

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE ÓPTICA Y OPTOMETRÍA**



**TESIS DOCTORAL**

**Estado de la función visual en adultos con síndrome Down y su  
relación con los procesos de envejecimiento**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTORA

PRESENTADA POR

**Yolanda Martín Pérez**

Directoras

**Celia Sánchez-Ramos  
María Jesús Pérez Carrasco**

**Madrid  
Ed. electrónica 2019**



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE ÓPTICA Y OPTOMETRÍA DE MADRID

Departamento de Optometría y Visión

---

# ESTADO DE LA FUNCIÓN VISUAL EN ADULTOS CON SÍNDROME DE DOWN Y SU RELACIÓN CON LOS PROCESOS DE ENVEJECIMIENTO

---

Memoria para optar al Grado de Doctor presentada por:  
Yolanda Martín Pérez

Bajo la dirección de:

Dra. Celia Sánchez-Ramos

Dra. M<sup>a</sup> Jesús Pérez Carrasco

Madrid 2018



## AGRADECIMIENTOS

---



## AGRADECIMIENTOS

Quisiera en primer lugar agradecer a mi directora de tesis la Dra. Celia Sánchez-Ramos su disposición, dedicación, orientación y apoyo durante todo este tiempo.

A la Dra. M<sup>a</sup> Jesús Pérez Carrasco por su asesoramiento y contribución en el desarrollo de este trabajo.

A la Fundación Aprocor y a Down España, a Agustín Matía, a los profesionales de estas instituciones y a los participantes que han hecho posible esta investigación.

A Santiago Cano por su ayuda con los análisis estadísticos.

A mis compañeros y amigos Guadalupe González, Ángel L. Gutiérrez y Jesús Carballo que han estado a mi lado en todo momento.

A los colegas y profesionales que con sus aportaciones, sugerencias y correcciones han mejorado este documento.

A mis amigos que me han ayudado, animado, alentado y soportado durante tanto tiempo en este periplo.

Y por supuesto a mi familia, que siempre están conmigo en todos mis proyectos.

Gracias a toda la gente que quiero.



## ÍNDICE

---





## CONTENIDO

CONTENIDO.....	9
RESUMEN .....	17
ABSTRACT.....	23
LISTA DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS.....	29
LISTA DE FIGURAS .....	33
LISTA DE TABLAS .....	39
1. INTRODUCCIÓN.....	43
1.1. Síndrome de Down .....	43
1.1.1. Definición.....	43
1.1.2. Tipos .....	43
1.1.3. Diagnóstico .....	45
1.1.4. Incidencia.....	48
1.1.5. Características del síndrome de Down.....	51
1.2. Función visual: variables de estudio .....	53
1.2.1. Historia clínica .....	53
1.2.2. Estado refractivo .....	54
1.2.3. Agudeza visual .....	56
1.2.4. Visión binocular .....	59
1.2.4.1. Motilidad ocular .....	59
1.2.4.2. Desviación ocular.....	59
1.2.4.3. Punto próximo de convergencia.....	60
1.2.4.4. Estereopsis.....	61

1.2.5.Acomodación.....	61
1.2.6.Visión del color .....	62
1.2.7.Salud ocular .....	64
1.3. Estado visual de las personas con síndrome de Down .....	65
1.3.1.Estado refractivo .....	66
1.3.2.Agudeza visual .....	69
1.3.3.Estado binocular .....	71
1.3.3.1. Motilidad ocular .....	71
1.3.3.2. Desviación ocular .....	72
1.3.3.3. Estereopsis.....	72
1.3.4.Acomodación.....	73
1.3.5.Visión del color .....	73
1.3.6.Salud general y ocular .....	74
1.3.6.1. Patologías sistémicas .....	74
1.3.6.2. Salud ocular .....	74
1.4. Atención médica.....	74
2. JUSTIFICACIÓN .....	79
3. HIPÓTESIS.....	83
4. OBJETIVOS.....	87
4.1. Objetivo general .....	87
4.2. Objetivos específicos .....	87
5. MATERIAL Y MÉTODO .....	91
5.1. Muestra .....	91
5.2. Criterios de inclusión .....	91

5.3. Material .....	92
5.3.1. Emplazamiento .....	92
5.3.2. Historia clínica .....	93
5.3.3. Estado refractivo .....	94
5.3.3.1. Medida de la compensación óptica habitual .....	94
5.3.3.2. Refracción objetiva .....	95
5.3.3.3. Refracción subjetiva .....	96
5.3.4. Agudeza visual .....	96
5.3.5. Visión binocular .....	98
5.3.5.1. Motilidad ocular .....	98
5.3.5.2. Desviación ocular .....	98
5.3.5.3. Punto próximo de convergencia.....	99
5.3.5.4. Estereopsis.....	99
5.3.6. Acomodación.....	100
5.3.7. Visión del color .....	100
5.3.8. Salud general y ocular .....	102
5.3.8.1. Patologías sistémicas .....	102
5.3.8.2. Tratamiento farmacológico .....	102
5.3.8.3. Salud ocular .....	102
5.3.9. Análisis estadístico .....	103
5.4. Método .....	103
5.4.1. Muestra .....	104
5.4.2. Historia clínica .....	104
5.4.3. Estado refractivo .....	105
5.4.3.1. Medida de la compensación óptica.....	105
5.4.3.2. Refracción objetiva .....	105

5.4.3.3. Refracción subjetiva .....	106
5.4.4. Agudeza visual .....	107
5.4.5. Visión binocular .....	108
5.4.5.1. Motilidad ocular .....	108
5.4.5.2. Desviación ocular .....	109
5.4.5.3. Punto próximo de convergencia.....	109
5.4.5.4. Estereopsis.....	110
5.4.6. Acomodación.....	110
5.4.7. Visión del color .....	111
5.4.8. Salud general y ocular .....	112
5.4.8.1. Patologías sistémicas .....	112
5.4.8.2. Tratamiento farmacológico .....	112
5.4.8.3. Salud ocular .....	112
5.4.9. Análisis estadístico .....	113
6. RESULTADOS .....	117
6.1. Características de la muestra .....	117
6.1.1. Edad .....	117
6.1.2. Género .....	117
6.1.3. Tarea .....	118
6.2. Estado refractivo .....	120
6.2.1. Compensación óptica habitual .....	120
6.2.1.1. Esfera .....	121
6.2.1.2. Cilindro.....	122
6.2.1.3. Eje .....	124
6.2.1.4. Equivalente esférico .....	126
6.2.1.5. Adición .....	131

6.2.2. Compensación óptica óptima.....	131
6.2.2.1. Esfera .....	131
6.2.2.2. Cilindro.....	134
6.2.2.3. Eje .....	137
6.2.2.4. Equivalente esférico .....	139
6.2.2.5. Adición .....	145
6.3. Agudeza visual .....	146
6.4. Visión binocular .....	151
6.4.1. Motilidad ocular .....	151
6.4.2. Desviación ocular.....	152
6.4.3. Punto próximo de convergencia .....	155
6.4.4. Estereopsis.....	156
6.5. Acomodación.....	158
6.6. Visión del color .....	159
6.7. Salud general y ocular .....	160
6.7.1. Patologías sistémicas.....	160
6.7.2. Tratamiento farmacológico .....	161
6.7.3. Patologías e intervenciones oculares .....	161
6.7.3.1. Cataratas y opacidades de cristalino .....	162
6.7.3.2. Queratocono.....	162
6.7.3.3. Implante de lente intraocular.....	162
6.7.3.4. Cirugía de estrabismo .....	162
6.7.3.5. Blefaritis.....	163
6.7.3.6. Conjuntivitis.....	163
7. DISCUSIÓN.....	167
8. CONCLUSIONES.....	191

9. BIBLIOGRAFÍA.....	195
10. ANEXOS .....	205
10.1. Anexo 1. Comité de ética. ....	205
10.2. Anexo 2. Acuerdo de colaboración Aprocor-UCM.....	207
10.3. Anexo 3. Información estudio. ....	213
10.4. Anexo 4. Cuestionario familia. ....	215
10.5. Anexo 5. Cuestionario profesionales. ....	219
10.6. Anexo 6. Consentimiento informado.....	223
10.7. Anexo 7. Cuestionario grupo sin Down.....	225
10.8. Anexo 8. Ficha de registro de datos.....	227

## RESUMEN

---





## RESUMEN

### Titulo

Estado de la función visual en adultos con síndrome de Down y su relación con los procesos de envejecimiento

### Introducción

El Síndrome de Down es una anomalía genética producida por la trisomía total o parcial del cromosoma 21. Se expresa con unos rasgos morfológicos característicos y presenta una serie de patologías sistémicas asociadas como son enfermedades cardíacas, disfunciones metabólicas y alteraciones respiratorias. Gracias a los avances médicos la esperanza de vida de las personas con síndrome de Down se ha incrementado varias décadas en los últimos años, llegando a vivir hasta los 70 años. Numerosos estudios revelan un envejecimiento prematuro en distintas funciones vitales de las personas con síndrome de Down, por lo que cabría esperar que también se produjera un deterioro temprano en la función visual. Actualmente, los adultos con síndrome de Down tienen una vida muy activa y sus necesidades visuales son muy altas. Por ello, es necesario que se preste un especial cuidado a su visión para mejorar su calidad de vida.

### Objetivo

Evaluar el estado de la función visual de un grupo de adultos jóvenes con síndrome de Down y estudiar su relación con el envejecimiento prematuro.

### Material y método

La función visual se estudió en 192 sujetos distribuidos en dos grupos: 69 adultos jóvenes con síndrome de Down (17- 35 años) y un grupo control sin síndrome de Down, que se subdividió en dos grupos uno de 65 jóvenes (19-34 años) y otro de 55 mayores (55-79 años).

Los aspectos de la visión que se investigaron fueron el estado refractivo, la agudeza visual, la motilidad ocular, la binocularidad además de la acomodación, la visión cromática y la salud ocular.

El material empleado para la evaluación fue el habitual en la exploración optométrica clínica. El estado refractivo se midió con retinoscopio, reglas de retinoscopía, autorrefractómetro, gafas de prueba y caja de lentes oftálmicas. Para la medida de la agudeza visual se emplearon los test de Lea Symbols para visión lejana y visión próxima. La motilidad ocular, el punto próximo de convergencia y la desviación ocular se valoraron con un cubo de Lang, una regla milimétrica, un oclisor, un test de Lea Symbols y una barra de prismas. La visión estereoscópica se determinó con el test de Titmus Fly Book and Stereo Acuity Test. La visión cromática se exploró con el test de Ishihara para la detección de alteraciones en el eje rojo-verde y el Test Lanthony Tritan Album para la detección de alteraciones en el eje azul-amarillo. La salud ocular se valoró explorando el polo anterior mediante biomicroscopía y el polo posterior mediante oftalmoscopia.

Para realizar el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS versión 22 para Windows, Inc. Chicago IL. Para las variables no paramétricas se utilizó la prueba de Kruskal- Wallis para muestras independientes. Se consideró *p*-valor significativo al 95 %.

## Resultados

En el grupo con síndrome de Down el 82,4 % de los sujetos tenía compensación óptica aunque sólo el 66,1 % la utilizaba. El examen visual refractivo reveló distintos valores de error refractivo en relación a la compensación óptica habitual, fundamentalmente en la prescripción de los adultos jóvenes con síndrome de Down. La variación se produjo hacia valores más negativos de esfera (miopía) y de cilindro.

La agudeza visual en visión lejana y visión próxima de los adultos jóvenes con síndrome de Down fue inferior a la de los sujetos control, incluso con la compensación óptica óptima. En los adultos jóvenes con síndrome de Down con la compensación óptica habitual sólo el 18,8 % presentó una agudeza visual mejor de 0,1 logMAR. Con la

compensación óptica óptima, más del 40,0 % alcanzó valores de agudeza visual mejores de 0,1 logMAR.

Respecto a la motilidad ocular los adultos con síndrome de Down presentaron más alteraciones que los sujetos sin síndrome de Down. Concretamente, el nistagmus fue la alteración ocular presente en el 22,7 % de los jóvenes con síndrome de Down frente al 1,5 % de los jóvenes sin síndrome de Down. En cuanto a la visión binocular destacar el 64,7 % de estrabismo que se observó en el grupo con síndrome de Down. No se encontraron diferencias significativas en el punto próximo de convergencia, ni en la rotura ni en el recobro. Con relación al estado acomodativo no se observaron diferencias entre los dos grupos de jóvenes y tampoco se encontraron diferencias significativas en la visión cromática.

La información recogida en la historia clínica reveló que los jóvenes con síndrome de Down presentaron más patologías sistémicas y oculares que los sujetos sin síndrome de Down.

## Conclusiones

Un tercio de los adultos con síndrome de Down no utilizaba la compensación óptica habitual. Esto podía ser debido a que no era la adecuada, puesto que con la compensación óptica óptima mejoraron sustancialmente la agudeza visual. El error refractivo frecuente en más de la mitad del grupo de los jóvenes con síndrome de Down, fue la miopía. También destacó el alto valor y la orientación del astigmatismo (inverso y oblicuo) de este grupo frente a los otros grupos de estudio. El nistagmus es una alteración oculomotora que se observó en un tercio de los jóvenes con síndrome de Down. En cuanto al estado binocular existió una gran incidencia de estrabismo en el grupo con síndrome de Down, que se reflejó en su baja visión estereoscópica. La respuesta acomodativa no mostró diferencias entre los jóvenes sin y con síndrome de Down. Tampoco se encontraron diferencias significativas en la visión cromática entre los grupos de estudio.

Las alteraciones halladas en la función visual de los adultos jóvenes con síndrome de Down no mostraron semejanzas con las de los mayores sin síndrome de Down. Con los resultados obtenidos no se puede concluir que la visión de las personas con síndrome de Down sufra un envejecimiento prematuro, sino que es posible que las alteraciones de la función visual observadas sean debidas a características del propio síndrome de Down.

## ABSTRACT

---



## ABSTRACT

### Title

Visual function status in adults with Down syndrome and its relations with the aging processes

### Introduction

Down syndrome is a genetic anomaly caused by total or partial Trisomy of chromosome 21. It is expressed with a few morphological features characteristic and it presents a series of associated systemic diseases such as heart disease, metabolic disorders and respiratory problems. Thanks to medical advances the life expectancy of people with Down syndrome has increased several decades in recent years, reaching live up to 70 years. Numerous studies relate the premature aging of different vital functions in the subjects with Down syndrome, so it would be expected that there will also be an early deterioration in the visual function. Currently, adults with Down syndrome have a very active life and their visual needs are very high. Therefore, it is necessary to pay special attention to their vision to optimize their quality of life.

### Objective

To evaluate visual function status in a group of young adults with Down syndrome and to study the relationship with premature aging.

### Material and method

It was studied the visual function of a group of 192 subjects divided into two groups: 69 young adults with Down syndrome (17 - 35 years); and a control group without Down syndrome subdivided into two groups one of 65 young adults (19-34 years) and another of 55 elderly (55-79 years).

The aspects of vision investigated were refractive state, visual acuity, ocular motility, binocularity as well as accommodation, chromatic vision and ocular health.

The material used for the evaluation was the usual in the clinical optometric examination. The refractive state was measured with retinoscope, retinoscopy rules,



autorefractometer, trial frame and lenses. For the measurement of visual acuity, the Lea Symbols tests were used for far and near vision. Ocular motility, convergence point and ocular deviation were assessed with a Lang's cube, a millimeter ruler, an occluder, a Lea Symbols test and a prism bar. The stereoscopic vision was determined with the Titmus Fly Book and Stereo Acuity Test. The chromatic vision was explored with the Ishihara test for the detection of anomalies in the red-green axis and the Lanthony Tritan Album Test for the blue-yellow axis. Eye health was assessed by biomicroscopy for the anterior pole and by ophthalmoscopy for the posterior pole.

For the statistical analysis SPSS version 22 program for Windows, Inc. Chicago IL was used. For the non-parametric data Kruskal-Wallis test was used for independent samples. It was considered significant *p*-value at 95 %.

## Results

In the group with Down syndrome, 82.4% of the subjects had optical compensation, although only 66.1% used it. The refractive visual examination revealed different values of refractive errors related to their habitual optical prescription, mainly in Down syndrome group. The variation occurred towards more negative sphere (myopia) and cylinder values.

Visual acuity for far and near distance in young adults with Down syndrome was lower than in the control group, even with the optimal optical prescription. In young adults with Down syndrome with their habitual optical compensation only 18.8% presented a visual acuity (far and near) better than 0.1 logMAR. With the optimal optical compensation, more than 40.0% reached AV values better than 0.1 logMAR.

Regarding to ocular motility, adults with Down syndrome presented more anomalies than subjects without Down syndrome. Specifically, nystagmus was the ocular abnormality existing in 22.7% of young people with Down syndrome compared to 1.5% of young people without Down syndrome. Concerning binocular vision, 64.7% of strabismus was observed in the group with Down syndrome. No significant differences were found in the near point of convergence, neither in the break nor in the recovery. Regarding the accommodative state, no differences were observed between the two

groups of young people and no significant differences were found in the chromatic vision.

The information collected in the clinical history revealed that young adults with Down syndrome presented more systemic and ocular pathologies than subjects without Down syndrome.

## Conclusions

The habitual optical compensation was not used by a third of adults with Down syndrome. This could be due to the fact that it was not adequate, since with the optimal optical compensation, visual acuity improved substantially. The most frequent refractive error that was found in more than half of the group of young adults with Down syndrome, was myopia. It also highlighted the great value and orientation of the astigmatism (inverse and oblique) in this group compared to the other two groups. Nystagmus is an oculomotor disorder that was observed in a third of young people with Down syndrome. Regarding to the binocularity, there was a high incidence of strabismus in the Down syndrome group, which was revealed in their low stereoscopic vision. The accommodative response did not show differences between young people without and with Down syndrome. There were also no differences in chromatic vision between the groups.

The anomalies found in the visual function of young adults with Down syndrome showed no similarities with those of the elderly without Down syndrome. With the results obtained it cannot be concluded that the vision of people with Down syndrome suffer from premature aging, but it is possible that the observed visual function abnormalities are due to characteristics of Down syndrome by itself.



## LISTA DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

---



## LISTA DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

ADN:	ácido desoxirribonucleico
AFP:	alfa-fetoproteína
AO:	ambos ojos
AV:	agudeza visual
AVE:	agudeza visual estereoscópica
cd:	candela
CIE:	Comité Internacional de Iluminación
cm:	centímetros
CPG:	ciclos por grado
D:	dioptría
DE:	desviación estándar
DP:	dioptría prismática
EA:	enfermedad de Alzheimer
EDAD:	Encuesta sobre Discapacidad, Autonomía personal y situaciones de Dependencia
FEAPS:	confederación española de organizaciones a favor de las personas con discapacidad intelectual
ICD:	International Clasification of Diseases
INE:	Instituto Nacional de Estadística
GCH:	gonadotropina coriónica humana
JCD:	jóvenes con síndrome de Down
JSD:	jóvenes sin síndrome de Down
L:	longitud de onda larga
LIO:	lente intraocular
logMAR:	logaritmo del mínimo ángulo de resolución
m:	metro
M:	longitud de onda media
MEM:	método de estimación monocular
MSD:	mayores sin síndrome de Down

OD: ojo derecho

OI: ojo izquierdo

OMS: Organización Mundial de la Salud

ONCE: Organización Nacional de Ciegos Españoles

*p*: *p*-valor

PPC: punto próximo de convergencia

s: segundo

S: longitud de onda corta

Seg arc: segundos de arco

uE3: estírol libre

VEPs: potenciales evocados visuales estáticos

VI: visión intermedia

VL: visión lejana

VP: visión próxima

## LISTA DE FIGURAS

---





## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Cariotipo de una mujer con síndrome de Down en la que se observa el triple cromosoma 21.....	44
<b>Figura 2.</b> Cariotipo de síndrome de Down por translocación del cromosoma 21 al 14 .....	45
<b>Figura 3.</b> Incidencia de nacimientos con síndrome de Down en función de la edad materna... 48	
<b>Figura 4.</b> Tendencia de nacimientos con síndrome de Down (2012-2015). ....	50
<b>Figura 5.</b> Diagrama de Cromaticidad CIE.....	64
<b>Figura 6.</b> Sala tipo de realización de las pruebas de evaluación con disposición relativas del material. ....	93
<b>Figura 7.</b> Frontofocómetro modelo LM-6 Topcon Co. Japón.....	95
<b>Figura 8.</b> A. Autorrefractómetro modelo TR4000 Tomey. B. Retinoscopio modelo 18100 Welch Allyn y reglas de retinoscopía. ....	95
<b>Figura 9.</b> A. Gafas de prueba. B. Cilindro cruzado de mano. C. Caja de lentes oftálmicas. ....	96
<b>Figura 10.</b> A. Test Lea Symbols 15-Line Distance Chart. B. Test Lea Symbols Near Visión Card. 97	
<b>Figura 11.</b> A. Linterna puntual. B. Cubo de Lang. C. Barras de prismas. ....	98
<b>Figura 12.</b> Test de estereopsis Titmus Fly Book and Stereo Acuity Test de Stereo Optical Co., Chicago IL, USA y gafas polarizadas disociantes. ....	100
<b>Figura 13.</b> Test Lea Symbols domino Cards.....	100
<b>Figura 14.</b> Test de Ishihara. ....	101
<b>Figura 15.</b> Test de color Lanthony Titan Album. ....	102
<b>Figura 16.</b> A. Lámpara de hendidura modelo SL980 5X Essilor. B. Oftalmoscopio modelo 11720 Welch Allyn.....	103
<b>Figura 17.</b> Realización de retinoscopía. ....	106
<b>Figura 18.</b> Refracción subjetiva con gafas de prueba y lentes oftálmicas. ....	107
<b>Figura 19.</b> Evaluación de la agudeza visual en visión próxima.....	108
<b>Figura 20.</b> Evaluación de la estereoagudeza. ....	110
<b>Figura 21.</b> Evaluación de la visión del color con el test Lanthony Tritan. ....	112
<b>Figura 22.</b> Diagrama de cajas y bigotes de la edad en cada uno de los grupos. ....	117
<b>Figura 23.</b> Distribución según el género en porcentaje en cada uno de los grupos de estudio. ....	118
<b>Figura 24.</b> Porcentaje de sujetos de los grupos JCD, JSD y MSD con tareas para cada una de las distancias (lejos, intermedia y cerca) en las que desarrollaron su actividad principal. ....	120

<b>Figura 25.</b> A. Porcentaje de sujetos en cada uno de los grupos que tenían compensación óptica habitual. B. Porcentaje de sujetos en cada uno de los grupos que utilizaba la compensación óptica habitual. ....	121
<b>Figura 26.</b> Diagramas de cajas y bigotes de los valores de la esfera de la compensación óptica habitual en cada uno de los grupos para los ojos derechos (A) e izquierdos (B).....	122
<b>Figura 27.</b> Diagramas de cajas y bigotes de los valores del cilindro de la compensación óptica habitual en cada uno de los grupos para los ojos derechos (A) e izquierdos (B).....	123
<b>Figura 28.</b> Porcentaje de sujetos en cada uno de los grupos con astigmatismo superior a 1,00 dioptría. ....	124
<b>Figura 29.</b> Porcentaje de sujetos en cada uno de los grupos según el tipo de astigmatismo (directo, inverso u oblicuo) de la prescripción óptica habitual para los ojos derechos (A) e izquierdos (B). ....	126
<b>Figura 30.</b> Diagramas de cajas y bigotes de los valores del equivalente esférico de la compensación óptica habitual en cada uno de los grupos para los ojos derechos (A) e izquierdos (B). ....	127
<b>Figura 31.</b> Diagramas de cajas y bigotes de los valores de la adición habitual en cada uno de los grupos.....	131
<b>Figura 32.</b> Diagramas de cajas y bigotes de los valores de la esfera de la compensación óptica óptima en cada uno de los grupos para los ojos derechos (A) e izquierdos (B). ....	132
<b>Figura 33.</b> Variación del valor de la esfera de la compensación óptica de los ojos derechos en cada uno de los grupos. ....	133
<b>Figura 34.</b> Variación del valor de la esfera de la compensación óptica de los ojos izquierdos en cada uno de los grupos. ....	134
<b>Figura 35.</b> Diagramas de cajas y bigotes de los valores del cilindro de la compensación óptica óptima en cada uno de los grupos para los ojos derechos (A) e izquierdos (B). ....	135
<b>Figura 36.</b> Porcentaje de sujetos en cada uno de los grupos con astigmatismo superior a 1,00 dioptría. ....	136
<b>Figura 37.</b> Variación del valor del cilindro de los ojos derechos de la prescripción óptica. ....	136
<b>Figura 38.</b> Variación del valor del cilindro de los ojos izquierdos de la prescripción óptica. ...	137
<b>Figura 39.</b> Porcentaje de sujetos en cada uno de los grupos según el tipo de astigmatismo de la compensación óptica óptima (directo, inverso u oblicuo) de los ojos derechos (A) e izquierdos (B). ....	138
<b>Figura 40.</b> Variación del eje del cilindro de los ojos derechos de la compensación óptica. ....	139

<b>Figura 41.</b> Variación del eje del cilindro de los ojos izquierdos de la compensación óptica. ...	139
<b>Figura 42.</b> Diagramas de cajas y bigotes de los valores del equivalente esférico de la compensación óptica óptima en cada uno de los grupos para los ojos derechos (A) e izquierdos (B). .....	140
<b>Figura 43.</b> Variación del valor del equivalente esférico de los ojos derechos de la compensación óptica en cada uno de los grupos.....	144
<b>Figura 44.</b> Variación del valor del equivalente esférico de los ojos izquierdos de la compensación óptica en cada uno de los grupos.....	145
<b>Figura 45.</b> Diagramas de cajas y bigotes de los valores de la adición óptima en cada uno de los grupos.....	145
<b>Figura 46.</b> Variación del valor medio de la adición de la compensación óptica. ....	146
<b>Figura 47.</b> Diagramas de cajas y bigotes de los valores de la agudeza visual con la compensación habitual en visión lejana. ....	147
<b>Figura 48.</b> Diagramas de cajas y bigotes de los valores de la agudeza visual con la compensación óptica óptima en visión lejana. ....	147
<b>Figura 49.</b> Variación del valor medio de la agudeza visual en visión lejana. ....	148
<b>Figura 50.</b> Diagramas de cajas y bigotes de agudeza visual con la compensación óptica habitual en visión próxima. ....	149
<b>Figura 51.</b> Diagramas de cajas y bigotes de los valores de la agudeza visual con la compensación óptica óptima en visión próxima.....	149
<b>Figura 52.</b> Variación del valor medio de la agudeza visual en visión próxima.....	150
<b>Figura 53.</b> Porcentaje de sujetos sin alteración y con alteración en la motilidad ocular en cada uno de los grupos. ....	151
<b>Figura 54.</b> Porcentaje de sujetos sin nistagmus y con nistagmus en cada uno de los grupos. ....	152
<b>Figura 55.</b> Diagrama de cajas y bigotes de los valores de la desviación ocular en visión lejana en cada uno de los grupos. ....	153
<b>Figura 56.</b> Diagrama de cajas y bigotes de los valores de la desviación ocular en visión próxima en cada uno de los grupos. ....	153
<b>Figura 57.</b> Magnitud de la desviación ocular en visión lejana que presentaron los sujetos en cada uno de los grupos con la compensación óptica óptima. Los valores positivos se refieren a endodesviación y los valores negativos a exodesviación.....	154

<b>Figura 58.</b> Magnitud de la desviación ocular en visión cercana que presentaban los sujetos en cada uno de los grupos con la compensación óptica óptima. Los valores positivos se refieren a endodesviación y los valores negativos a exodesviación.....	155
<b>Figura 59.</b> Diagrama de cajas y bigotes de los valores de los puntos de rotura (A) y recobro (B) en cada uno de los grupos. ....	156
<b>Figura 60.</b> Diagrama de cajas y bigotes de los valores de estereopsis con la compensación óptica óptima. ....	157
<b>Figura 61.</b> Diagramas de cajas y bigotes de los valores de acomodación de los ojos derechos (A) e izquierdos (B) en cada uno de los grupos. ....	159
<b>Figura 62.</b> Porcentaje de patologías sistémicas referidas en cada uno de los grupos.....	160
<b>Figura 63.</b> Distribución de las patologías oculares en cada uno de los grupos. ....	161
<b>Figura 64.</b> Frecuencia de las patologías e intervenciones oculares en cada uno de los grupos. ....	163

## LISTA DE TABLAS

---



## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Número de nacidos con síndrome de Down en España. Tasas por 10.000 nacidos desde 1980 a 2007.....	50
<b>Tabla 2.</b> Distribución estimada de la población con síndrome de Down en España por edad (años) y sexo.....	50
<b>Tabla 3.</b> Equivalencia de agudeza visual entre diferentes escalas.....	57
<b>Tabla 4.</b> Porcentaje de sujetos en cada uno de los grupos con valores de equivalente esférico de los ojos derechos según rangos de potencia dióptrica de la compensación óptica habitual. ..	129
<b>Tabla 5.</b> Porcentaje de sujetos en cada uno de los grupos con valores de equivalente esférico de los ojos izquierdos según rangos de potencia dióptrica de la compensación óptica habitual. 130	
<b>Tabla 6.</b> Porcentaje de sujetos en cada uno de los grupos con valores de equivalente esférico de los ojos derechos según rangos de potencia dióptrica de la compensación óptica óptima.....	142
<b>Tabla 7.</b> Porcentaje de sujetos en cada uno de los grupos con valores de equivalente esférico de los ojos derechos según rangos de potencia dióptrica de la prescripción óptica óptima. ....	143





## INTRODUCCIÓN

---



## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Síndrome de Down

#### 1.1.1. Definición

El síndrome de Down es una anomalía genética producida por la trisomía total o parcial del cromosoma 21. Debe su nombre al apellido del médico británico John L. H. Down (1828-1896) quien fue el primer investigador en describir en 1866 las características clínicas que tenían en común una serie de personas que atendía en el hospital en el que trabajaba, pero sin poder determinar las causas que originaban este síndrome<sup>1,2</sup>. Fue el oftalmólogo neerlandés P. J. Waardenburg (1886-1979), quien en el año 1932, hizo referencia a un reparto anormal de material cromosómico como posible causa del síndrome de Down. Finalmente, en 1958, el genetista francés J. Lejeune (1926-1994) descubrió que este síndrome consistía en una alteración cromosómica del par 21<sup>3</sup>.

Actualmente, aún no se conocen con exactitud las causas por las que se produce la alteración en el reparto cromosómico. Algunas hipótesis apuntan a que el origen puede ser la exposición ambiental y el envejecimiento celular; aun así, no se ha conseguido establecer relación directa entre el agente causante y la aparición de la trisomía<sup>4</sup>. El único factor que presenta una asociación estadística estable con el síndrome de Down es la edad materna avanzada, apoyando las teorías que hacen hincapié en el deterioro del material genético con el paso del tiempo<sup>3,5</sup>. La edad materna avanzada como posible causa del síndrome fue ya mencionado por primera vez en 1909 por G. E. Shuttelworth, aspecto que fue investigado posteriormente<sup>6</sup>.

#### 1.1.2. Tipos

La información recogida en la guía revisada de 2011 titulada “Programa Español de Salud para Personas con Síndrome de Down”, publicada por la Fundación Down España, revela que el tipo de síndrome de Down más común es el denominado trisomía 21 libre o regular y se emplea para describir la presencia de tres cromosomas 21 en lugar del par usual. El error se debe a una disyunción incompleta del material genético de uno de los progenitores. Se produce porque el par cromosómico 21 del óvulo o del

espermatozoide, no se separa como debiera y alguno de los gametos contiene 24 cromosomas en vez de 23. Cuando uno de estos gametos, con un cromosoma extra, se combina con el otro del sexo contrario, se obtiene como resultado una célula (cigoto) con 47 cromosomas<sup>7</sup>. En aproximadamente el 15 % de los casos el cromosoma extra es transmitido por el espermatozoide y en el 85 % restante por el óvulo<sup>8</sup>. La figura 1 muestra el cariotipo de una mujer con síndrome de Down en la que se observa la presencia de tres cromosomas en la posición del par 21.

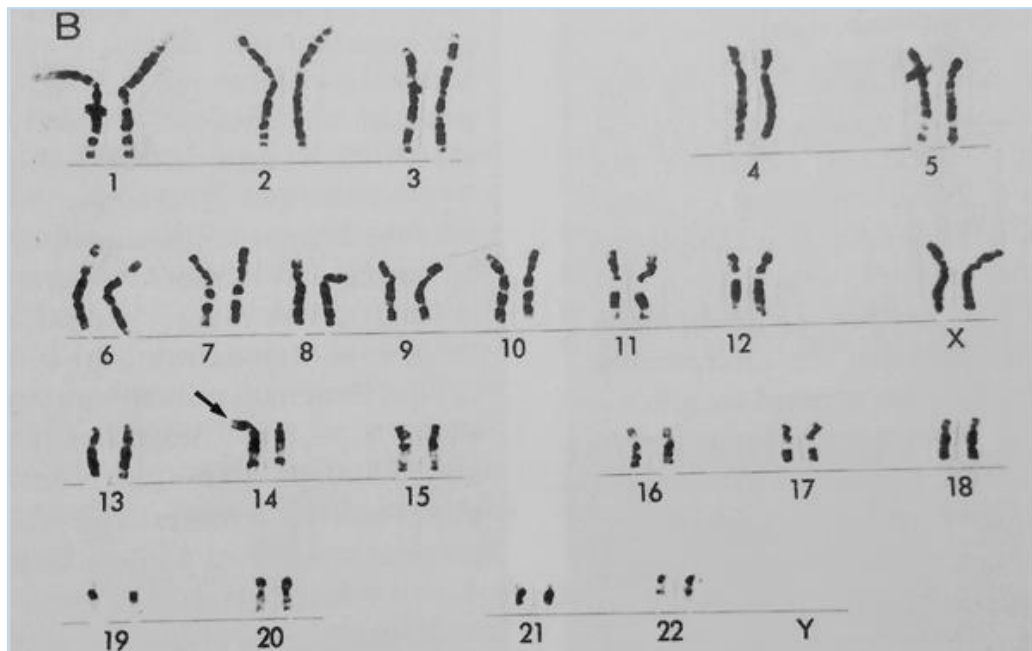


**Figura 1.** Cariotipo de una mujer con síndrome de Down en la que se observa el triple cromosoma 21.

Fuente. Tomada de Arteaga, 2014<sup>9</sup>.

Otro tipo de alteración que también da lugar al síndrome de Down se denomina de translocación, cuya frecuencia es del 3 %. En estos casos, existe una pareja cromosómica, generalmente la 14, que tiene un cromosoma o un fragmento extra del cromosoma 21, que se rompe en el proceso de meiosis; los cromosomas nuevos se denominan de translocación. Las características de las personas con este tipo de síndrome de Down dependerán del fragmento genético que se haya translocado, presentando particularidades individuales<sup>8</sup>. La figura 2 muestra un cariotipo en el que

se puede apreciar la translocación de un fragmento del cromosoma 21 al cromosoma 14.



**Figura 2.** Cariotipo de síndrome de Down por translocación del cromosoma 21 al 14

Fuente. Tomada de Sadler, 2006<sup>10</sup>.

Por último, existe otro tipo de síndrome de Down que se produce como resultado de la mutación cromosómica después de la concepción. La alteración se denomina trisomía en mosaico o mosaicismo y se presenta en el 2 % de los casos de síndrome de Down. En este caso la trisomía no existe en todas las células y la persona que tiene síndrome de Down de este tipo, presenta células trisómicas y células con la carga cromosómica habitual, de modo que sus características generales dependerán del porcentaje de células trisómicas que posea en su organismo.

Como puede observarse coexisten diferentes tipos de síndrome de Down con características de todo orden sensiblemente distintas que darán lugar a personas con peculiaridades también muy diversas.

### 1.1.3. Diagnóstico

En las últimas décadas se han realizado muchos avances científicos en cuanto a las intervenciones intrauterinas; sin embargo, la mayoría de las alteraciones congénitas diagnosticadas, gracias a pruebas prenatales, no pueden ser tratadas antes del

nacimiento, como sucede en el caso del síndrome de Down. Este hecho, unido al riesgo de aborto espontáneo que conllevan las pruebas de confirmación del síndrome, hace que muchas mujeres opten por no llevar a cabo estos procedimientos de detección o de diagnóstico. En cualquier caso, el diagnóstico prenatal puede ayudar a los padres a prepararse emocionalmente para la llegada de un hijo con discapacidad intelectual.

El síndrome de Down es una de estas alteraciones que se puede detectar prematuramente antes del nacimiento. Las técnicas más habituales para la detección precoz son las siguientes: la translucencia nuchal, la biopsia corial, la triple y cuádruple prueba y la amniocentesis.

En primer lugar, la translucencia nuchal se realiza en torno a las 12 semanas de gestación. Consiste en el análisis del líquido existente detrás del cuello del feto, mediante ecografía por ultrasonidos. Esta prueba aporta información para el cálculo de riesgo, pero no permite establecer un diagnóstico definitivo.

En segundo lugar, la biopsia corial se realiza a partir de la octava semana de gestación, habitualmente entre la semana 10 y la 13, antes de que exista suficiente cantidad de líquido amniótico para realizar la amniocentesis. Se puede determinar el riesgo de síndrome de Down mediante el análisis de una muestra de vellosidades coriónicas (fragmento de material placentario). Es una prueba rápida que comenzó a efectuarse en los años 80, pero presenta riesgos para la madre y el feto similares a los de la amniocentesis<sup>11</sup>.

Otros métodos empleados son la triple y cuádruple prueba. En este procedimiento se realiza un análisis de sangre a la madre entre las semanas 15 y 22 de gestación, siendo esta prueba más precisa entre las semanas 16 y 18. En ella, se miden los niveles de cuatro hormonas:

- Alfa-fetoproteína (AFP). Proteína producida por el hígado y el saco vitelino del feto durante el embarazo. Los niveles de AFP bajos están relacionados con el síndrome de Down.
- Gonadotropina coriónica humana (GCH). Hormona producida en la placenta. Valores alterados pueden hacer sospechar de una anomalía cromosómica.

- Estriol libre (uE3). Forma de la hormona estrógeno producida en el feto y la placenta. Valores bajos pueden indicar una posible anomalía en el cromosoma 21, en el 13 o en el cromosoma 18.
- Inhibina A. Hormona secretada por la placenta. Valores elevados pueden ser sospechosos de trisomía 21 o 13.

A la determinación de AFP, GCH y Ue3 para establecer el riesgo de presentar síndrome de Down, se denomina “triple prueba”. Si además se incluye la determinación de la inhibina A se denomina “cuádruple prueba”. Ninguna de las pruebas anteriores permite hacer un diagnóstico de certeza de presencia de síndrome de Down<sup>12</sup>.

La técnica más fiable para determinar la alteración cromosómica del síndrome de Down es la amniocentesis. Es una prueba de diagnóstico y no una prueba de detección (tamizaje). Tiene una precisión superior al 99 % para el diagnóstico del síndrome de Down y se utiliza también para la determinación de otros problemas genéticos y cromosómicos, como son la anencefalia, trastornos metabólicos, trisomía 18 y otros<sup>13,14</sup>. Se realiza entre las semanas 16 y 20 de gestación. Es una prueba relativamente poco molesta, pero que comporta un riesgo del 1-2 % de aborto, lesión fetal o infección materna. Se efectúa un conteo cromosómico de material celular embrionario del líquido amniótico. Debido al riesgo para el feto y para la madre, sólo se realiza cuando los resultados de las pruebas de detección anteriores presentan valores superiores a los normales, por la edad materna o por antecedentes de alteraciones cromosómicas de los padres.

Desde el año 2012 existe un test de determinación de ácido desoxirribonucleico (ADN) fetal en sangre materna que permite obtener resultados con una sensibilidad próxima al 100 %, aunque resultados positivos en esta prueba requieren confirmación mediante amniocentesis<sup>15-17</sup>.

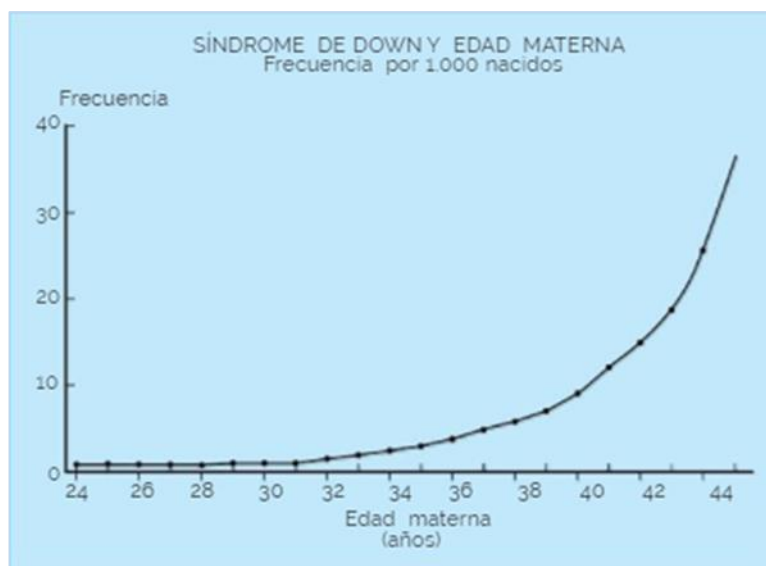
El diagnóstico del síndrome de Down puede hacerse antes o después del parto. En este último caso se hace con los datos que proporciona la exploración clínica y se confirma posteriormente mediante el cariotipo, esto es, el ordenamiento de los cromosomas celulares, que muestra el cromosoma 21 extra o la variedad que corresponda como la translocación u otras alteraciones.



Cabe destacar que, las pruebas prenatales de confirmación sólo se realizan en mujeres mayores de 35 años o si las pruebas de screening indican un alto riesgo de existencia de síndrome de Down. Por ello actualmente, más de dos tercios de los casos de nacimientos con síndrome de Down se producen en mujeres que no han alcanzado los 35 años.

### 1.1.4. Incidencia

La tasa de nacimientos de personas con síndrome de Down en el mundo se estima que es de 1 por cada 1.000 nacidos, siendo un total de nueve millones de personas en el mundo<sup>18</sup>. Se produce en todas las etnias, en todos los países y en todos los niveles socio-económicos, con una incidencia de uno por cada 600-700 concepciones en el mundo. Es de destacar que, en las últimas décadas en los países occidentales las mujeres retrasan la maternidad, por lo que la probabilidad de tener hijos con síndrome de Down se incrementa significativamente. Bajo estas circunstancias la prevalencia de nacimientos vivos con síndrome de Down depende de la legislación de cada país en relación con el aborto, la religión y las creencias personales y sociales.



**Figura 3.** Incidencia de nacimientos con síndrome de Down en función de la edad materna  
Fuente. Tomada de Solari, 2011<sup>19</sup>.

Estudios realizados en Estados Unidos y en Reino Unido indican que cuando se obtiene un resultado positivo de síndrome de Down en la amniocentesis, en el 85 % y

en el 92 % respectivamente, las madres deciden no continuar con el embarazo. Por otro lado, en el caso de Reino Unido, se produce una paradoja puesto que se ha observado un aumento de prevalencia de embarazos con síndrome de Down, ya que se producen especialmente en mujeres menores de 35 años que no se someten a las pruebas de detección. En otros estudios realizados en países con culturas diferentes como Singapur y Taiwan, se ha producido una significativa caída en el porcentaje de nacimientos con síndrome de Down. Los hallazgos encontrados en Australia muestran que el aumento de la edad en la que las mujeres tienen su primer embarazo, el deseo de algunas mujeres de no someterse al screening prenatal ni al aborto pueden ser las causas que expliquen la prevalencia estable de nacimientos con síndrome de Down<sup>20,21</sup>.

En España, se estima que viven aproximadamente 34.000 personas con síndrome de Down. Esta información es proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística (INE), los datos de la Organización Nacional de Ciegos de España (ONCE), el Comité de Representantes de Personas con Discapacidad (CERMI) y la Federación Española de Organizaciones a favor de las Personas con discapacidad (FEAPS). De acuerdo con la información recogida por el Estudio Colaborativo Español de Malformaciones Congénitas, durante el período 1980-2007 se diagnosticó síndrome de Down aproximadamente a 11 de cada 10.000 nacidos<sup>7</sup>. Si se mantiene la tendencia descendente en el número de nacimientos, la población con síndrome de Down en España irá disminuyendo. En consecuencia, actualmente se ha alcanzado, en términos absolutos, el máximo poblacional.

A modo de resumen, la Encuesta sobre Discapacidad, Autonomía Personal y Situaciones de Dependencia (EDAD) de 2008, publicada por el INE, muestra que en España existen 31.400 personas con síndrome de Down, de las que 18.700 son varones y 12.700 mujeres. Estas cifras no incluyen a los niños menores de 6 años. Con este dato, el total de personas con síndrome de Down en España está cercano a las 35.000, como se ha expresado anteriormente según la Fundación Down España<sup>7</sup>.

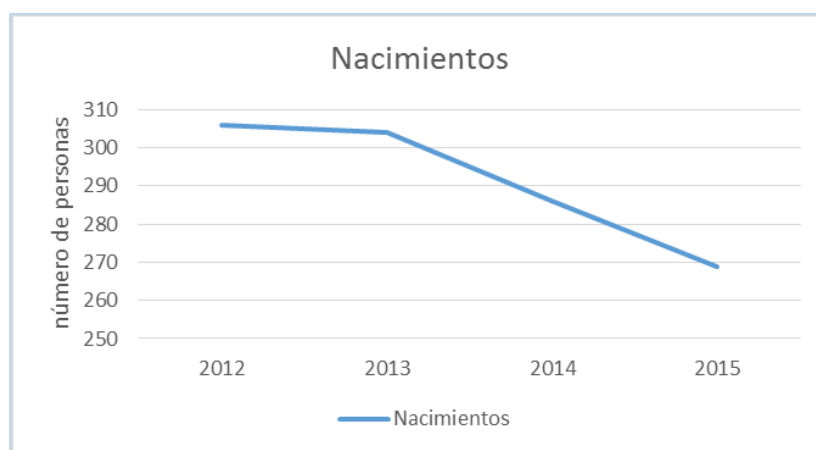
La tabla 1 muestra el descenso de la tasa de nacimientos con síndrome de Down en España en el periodo 1980-2007. Se desglosa en los cinco primeros años y en la siguiente

década, se observa como disminuye de 14,78 a 8,09 nacimientos por cada 10.000 nacidos<sup>22</sup>.

**Tabla 1.** Número de nacidos con síndrome de Down en España. Tasas por 10.000 nacidos desde 1980 a 2007.  
Fuente. Estudio Colaborativo Español de Malformaciones Congénitas, 2008.

Periodo	por 10.000 nacimientos
1980-1985	14,78
1986-2006	10,50
2007	8,09

Datos más recientes son los que aparecen en la figura 4 en la que se muestra la tendencia claramente descendente en el número de nacimientos con síndrome de Down en España en los últimos años.



**Figura 4.** Tendencia de nacimientos con síndrome de Down (2012-2015).  
Fuente. Tomada de Huete, 2015 <sup>23</sup>.

**Tabla 2.** Distribución estimada de la población con síndrome de Down en España por edad (años) y sexo.  
Fuente. Fundación Down España<sup>7</sup>.

AÑOS	VARONES	MUJERES	TOTAL
0 – 15	2.380	3.224	5.604
16 – 30	6.468	3.731	10.199
31 – 45	8.283	5.273	13.556
> 46	2.901	1.705	4.606
<b>TOTAL</b>	<b>20.032</b>	<b>13.933</b>	<b>33.965</b>

### 1.1.5. Características del síndrome de Down

La alteración genética del síndrome de Down implica una combinación de defectos congénitos con rasgos faciales característicos. Entre ellos, destacan la inclinación de la apertura palpebral, epicanto (pliegues extras en los ángulos mediales de los ojos), cara plana, orejas pequeñas. Además, presentan hipotonía muscular generalizada, retraso en el crecimiento, defectos cardíacos, deficiencia visual y auditiva. El síndrome de Down también lleva asociado cierto grado de discapacidad intelectual.

En los últimos años, se han hecho importantes progresos en términos de conocimiento de la medida de los rasgos neuropatológicos del síndrome de Down, gracias a los nuevos descubrimientos genéticos y epigenéticos, a los desarrollos neurológicos en neurociencia básica y a los progresos en las técnicas de neuroimagen. Estos avances permiten evidenciar que la patofisiología de la discapacidad intelectual está causada por una alteración de la neuroplasticidad<sup>24</sup>.

Además, existen estudios científicos que indican que asociado a este síndrome se produce un proceso de envejecimiento general prematuro<sup>25,26</sup>. Se origina por una disminución de la capacidad de reparación del ADN, un incremento de la edad biológica y una mortalidad más temprana. Hasta hace diez años, en los países desarrollados su máxima esperanza de vida era de 55 años. En la actualidad, la expectativa de vida es más elevada, llegando incluso a superar los 70 años<sup>26,27</sup>. Esto es debido a que existe un mejor control de este grupo de población y al avance en el diagnóstico y tratamiento de las alteraciones médicas que padecen, sobre todo las relativas a las patologías cardíacas y respiratorias<sup>28</sup>.

El envejecimiento es un proceso individual que implica una serie de cambios en las capacidades físicas y cognitivas, ya que, con el paso del tiempo, a nivel fisiológico, se produce una inflamación crónica que afecta a varios sistemas. El envejecimiento va unido también a una disminución en la capacidad funcional del individuo, entendiendo por capacidad funcional como la habilidad que tiene una persona para llevar a cabo una actividad por sí misma. La pérdida de ésta conlleva un deterioro y una dificultad para realizar las actividades de la vida diaria.

Otro aspecto importante es considerar que el deterioro funcional y cognitivo es más acelerado en las personas con síndrome de Down en una edad más temprana que en la población sin síndrome de Down y se produce fundamentalmente a partir de los 50 años. Hoy en día se sabe que, existe una relación directa entre la aparición temprana de patologías asociadas a la edad como demencia y enfermedad de Alzheimer (EA) en las personas con síndrome de Down<sup>29</sup>. Actualmente, las estadísticas indican que casi el 25 % de la población con síndrome de Down son personas mayores de 40 años y que algunos síntomas de demencia empiezan en estos sujetos a los 30 años. Además, se estima que desarrollan la EA un 8 % de las personas con síndrome de Down entre 35 y 49 años, en torno al 55 % de las personas de entre 50 y 59 años y más del 80 % de las personas mayores de 60 años. Los primeros síntomas y signos que manifiestan estos individuos incluyen lapsos de memoria, dificultades de lenguaje, cambios en la personalidad y en el comportamiento. Otros síntomas y signos pueden ser ataques epilépticos, alteraciones del sueño y cambios en la movilidad.

Un dato relevante a mencionar es que las personas con síndrome de Down tienen una copia adicional del gen precursor del  $\beta$ -amiloide, que hace que se formen depósitos anómalos de  $\beta$ -amiloide en el cerebro y éste es el principal factor para el desarrollo de la EA en las personas con síndrome de Down<sup>30</sup>. Este hecho explica en parte la alta frecuencia de esta patología en las personas con síndrome de Down.

Histopatológicamente, los cerebros de las personas con síndrome de Down y demencia tienen el mismo tipo de lesiones que las personas con EA, pero la presentación clínica es diferente<sup>31</sup>. Los neurólogos especializados en enfermedades degenerativas y que están acostumbrados a diagnosticar la demencia evaluando las habilidades cognitivas y de funcionamiento, encuentran difícil determinar si una persona con síndrome de Down tiene una discapacidad cognitiva progresiva. Ello es debido a que las especificidades médicas del síndrome y el grado de la discapacidad intelectual están presentes con anterioridad a la aparición de las enfermedades neurodegenerativas. Por estos motivos, la demencia no puede ser medida objetivamente en personas con síndrome de Down utilizando los estándares habitualmente empleados para la población general. Consecuentemente, se sugiere que se adapten las escalas cognitivas

teniendo en cuenta la información que proporcionen los familiares, cuidadores y terapeutas. Por ello, es particularmente esencial realizar una historia clínica detallada en estos casos. Actualmente, gracias a los avances en los biomarcadores para la EA, es posible determinar objetivamente si una persona con síndrome de Down, que es sospechosa de tener una discapacidad cognitiva progresiva, padece la EA<sup>29</sup>.

Considerando todo lo anterior, cabría esperar que la función visual de las personas con síndrome de Down también se viera afectada por el proceso de envejecimiento. En las personas con síndrome de Down existen anomalías neurológicas que afectan negativamente a la visión, que con la edad dificultan el diagnóstico de las alteraciones visuales. Actualmente, muchas personas con síndrome de Down desempeñan tareas en su vida diaria en las que la visión está altamente implicada, y por ello sus necesidades visuales también son superiores a las requeridas antiguamente. Por lo tanto, siendo la visión una función tan importante para la actividad de la vida diaria y el desarrollo personal, no se debe descuidar su atención en las personas con síndrome de Down.

Para concluir este apartado se quiere destacar que es fundamental conocer las características de los problemas visuales de las personas con síndrome de Down en cada período de la vida y así proporcionar el tratamiento adecuado. Una mala visión y los síntomas que origina, además de dificultar ciertas tareas, influye negativamente incluso en el comportamiento y en el carácter de la persona. Además, un mejor conocimiento del proceso de envejecimiento de la función visual en esta población, posibilitará la actuación de forma preventiva frente a alteraciones visuales futuras.

## 1.2. Función visual: variables de estudio

El estado de la función visual de las personas con síndrome de Down se puede evaluar, pero en ocasiones, es preciso modificar los procedimientos generales adaptándolos a sus capacidades, para obtener resultados fiables y poder proporcionar el tratamiento adecuado.

### 1.2.1. Historia clínica

Antes de efectuar los diferentes procedimientos de evaluación se precisa realizar la historia clínica de la persona que va a ser sometida a estudio. Este primer apartado

permite averiguar las características de la persona que, junto con los signos y los síntomas, posibilita realizar un diagnóstico tentativo y dirigir la exploración a las pruebas fundamentales. La edad, las patologías sistémicas, los tratamientos visuales recibidos, los antecedentes oculares y médicos también permiten pronosticar los riesgos de padecer diferentes alteraciones de la visión. Además, las tareas y actividades laborales y de ocio son aspectos a tener en cuenta, tanto para valorar las necesidades visuales de la persona como para desarrollar los planes de tratamiento y recomendaciones de higiene visual. Todos estos datos formarán parte de lo que se conoce como historia clínica o anamnesis.

El modo de recopilar la información sobre la historia clínica puede realizarse mediante entrevista personal, telefónica o solicitando que completen por escrito un cuestionario preparado a tal efecto. Una de las ventajas de estos últimos es que la persona interesada y/o los familiares o tutores en el caso de que no puedan realizarlo por ellas mismas, puede completarlo minuciosamente, proporcionando datos que en la entrevista personal podrían pasarse por alto. Además, permite conocer con antelación detalles que ayudarán a preparar la sesión de evaluación en función de las características del individuo, adaptar los procedimientos y los tiempos a sus peculiaridades.

### 1.2.2. Estado refractivo

El estado refractivo ocular se refiere a la posición del punto remoto del ojo, es decir, del punto conjugado de la retina en estado de mínima acomodación<sup>32</sup>.

Las diferentes estructuras del globo ocular (cornea, cristalino y otros) conforman un sistema óptico que va a proporcionar una imagen nítida o borrosa en función de la integridad de las mismas, de la potencia dióptrica del sistema óptico, de las aberraciones que éste genere y de su relación con la longitud axial. Teniendo en cuenta lo anterior, de forma simplificada, y considerando el lugar en el que se encuentre el punto focal objeto de los rayos de luz que entran en el ojo se pueden clasificar los siguientes estados refractivos:

- Emetropía. Estado refractivo en el que los rayos de luz paralelos procedentes de un objeto alejado quedan enfocados en la retina, con el ojo en estado de reposo.
- Ametropía. Estado refractivo en el que, bien por una alteración en la longitud axial o por la inadecuada potencia dióptrica ocular, el foco imagen se produce en otro punto distinto de la retina.

Así pues, si el sistema óptico ocular posee un elevado poder dióptrico con relación a la longitud axial, el foco se formará delante de la retina y la imagen será borrosa (miopía de curvatura). Si, por el contrario, el poder dióptrico es reducido respecto a la situación de la retina, el foco imagen se formará por detrás de ésta (hipermetropía de curvatura). Cuando existe diferencia de potencia dióptrica entre los meridianos del sistema óptico ocular se formará un conoide de Sturm y la imagen se percibirá deformada (astigmatismo).

Además, existen otros factores como son la estructura de la lágrima, el diámetro pupilar y la transparencia de medios que pueden modificar la calidad de la imagen. Hay que considerar, por tanto, que la imagen resultante va a influir en el proceso de la visión. Igualmente, hay que tener en cuenta que la percepción e interpretación de una imagen o escena depende de la integridad de las diferentes estructuras nerviosas implicadas y del funcionamiento de las mismas.

Para determinar el estado refractivo de una persona, en la clínica habitual se realizan técnicas de medidas objetivas y subjetivas. Como técnicas de medidas objetivas las más habituales son la retinoscopía con y sin ciclopejía y la autorrefractometría.

La retinoscopía es un procedimiento objetivo de medida del estado refractivo que se realiza con un retinoscopio. Este instrumento dispone de un sistema de iluminación, una lente condensadora y un espejo que posibilita dirigir la luz a través de la pupila dentro del globo ocular del individuo observado. La oscilación del haz de luz produce una sombra que el observador interpreta y que puede neutralizar interponiendo lentes oftálmicas cóncavas o convexas dependiendo del sentido de movimiento de la sombra. Habitualmente, se anota un valor de esfera, un valor de cilindro (en caso de que exista astigmatismo) y la orientación del eje del mismo. Tanto el valor de la esfera como el del



cilindro debe ir precedido del signo correspondiente, un signo (+) cuando la neutralización se ha realizado con una lente convergente y signo (–) si la neutralización se ha realizado con una lente divergente. El resultado obtenido es el valor bruto de la retinoscopia y habrá que restarle a la esfera, la inversa de la distancia en metros a la que se ha realizado la medida.

Otro método frecuente para la medida objetiva del estado refractivo es empleando un autorrefractómetro. Este instrumento permite mediante una luz, habitualmente infrarroja, realizar la medida del estado refractivo del individuo cuando los rayos de luz alcanzan la retina. En los casos de ametropía se forman dos imágenes, cuya posición está relacionada con el grado y signo de la ametropía. El instrumento realiza varias medidas y proporciona un resultado de la potencia dióptrica en diferentes meridianos. Para evitar que la acomodación interfiera alterando el resultado final incorpora un sistema, de modo que, se evite que la medida de la refracción se realice cuando el paciente está acomodando<sup>32</sup>.

Una vez conocido el estado refractivo de forma objetiva se efectúa la refracción subjetiva. Este procedimiento, con la colaboración del sujeto, permite establecer el valor dióptrico de las lentes oftálmicas con las que alcanza la mejor agudeza visual y la mejor compensación óptica para que la función visual se desarrolle del modo más favorable.

En los casos en los que la persona a la que se va a evaluar utilice compensación óptica, se determina la magnitud de la misma utilizando un frontofocómetro. Este instrumento permite medir el valor dióptrico de las lentes oftálmicas.

La compensación óptica junto con la anamnesis sirve para conocer el defecto refractivo y el tipo de alteración visual. Además, se podrá pedir que utilice la compensación óptica para valorar otros aspectos de la función visual.

### 1.2.3. Agudeza visual

La agudeza visual (AV) viene determinada por el mínimo ángulo de resolución, donde la resolución es la mínima distancia entre objetos distinguibles en una imagen. Las unidades de medida de la AV son ciclos por grado de ángulo visual, para estímulos de franjas, en los que 30 ciclos por grado representan una resolución de un minuto de arco.

También se puede cuantificar como el logaritmo del mínimo ángulo de resolución de un minuto de arco (logMAR), o como la notación tradicional de Snellen de 6/6 (20/20) entre otros<sup>33</sup>.

Actualmente, la comunidad científica sugiere utilizar test de AV con escala logMAR. Éstos utilizan los principios de diseño sugeridos por Bailey y Lovie, incluyendo la progresión 0,1 logMAR (equivalente a 6/3 a 6/60 o 20/10 a 20/200 Snellen), con cinco letras o símbolos por línea de similar legibilidad y valor (0,02 cada símbolo). En el test el espacio entre filas y entre letras es igual al tamaño de cada letra de cada una de las filas. Según las investigaciones, los paneles logMAR se reconocen como los que proporcionan las medidas más reales y se utilizan como standard para estudios o para ensayos clínicos de instrumentos ópticos o fármacos. Un inconveniente que tienen estos paneles es que presentan AV de hasta -0,3 logMAR, y para algunas personas que no alcancen esa AV pueden sentirse frustrados al no poder identificar los símbolos más pequeños. Es importante tener esto en cuenta a la hora de presentar los test, sobre todo en el caso de niños o de personas con dificultades de aprendizaje. La tabla 3 muestra las equivalencias de AV para diferentes escalas. Como puede observarse a menor valor de AV en escala logMAR, mayor valor en escala decimal o Snellen y corresponde a mejor valor de AV.

**Tabla 3.** Equivalencia de agudeza visual entre diferentes escalas.

logMAR	Decimal	Snellen (m)	logMAR	Decimal	Snellen (m)
1,0	0,1	6/60	0,3	0,50	6/12
0,9	0,125	6/50	0,2	0,60	6/10
0,8	0,15	6/40	0,1	0,80	6/8
0,7	0,20	6/30	0,0	1,00	6/6
0,6	0,25	6/24	-0,1	1,1	6/5
0,5	0,30	6/20	-0,2	1,5	6/4
0,4	0,40	6/15	-0,3	2	6/3

Para la evaluación de la AV en visión próxima se recomienda utilizar el mismo test, adaptado para la distancia a la que se presenta, en torno a 40 cm en adultos.

Existen numerosos factores que afectan a la AV tanto en visión lejana como en visión próxima:

- Factores físicos, como la iluminación de la sala y de los optotipos; el color, el contraste y la distancia de presentación de los test.
- Factores fisiológicos, como las características del ojo, el tamaño pupilar, la ametropía, las aberraciones ópticas, la cantidad y la calidad de los fotorreceptores, la edad y la integridad neurológica de la vía visual.
- Factores psicológicos, como el conocimiento de la prueba, el cansancio o el mantenimiento de la atención<sup>28</sup>.

Cuando la AV es inferior a lo esperado, se ha de sospechar de la existencia de un error refractivo, de una patología (visual o sistémica) o del efecto de la ingesta de fármacos<sup>26</sup>.

Existen diferentes test para la medida de la AV que se eligen en función de la edad y de las características del individuo que se va a evaluar. Los test más sencillos que se emplean para valorar la AV, incluso con bebés, son los llamados de preferencia de mirada. Algunos de ellos son el test de Teller, el test Lea gratings o el test de Cardiff. Otros optotipos permiten determinar la capacidad de resolución del sujeto identificando la orientación o posición de un elemento concreto, como son los test de “C” de Landolt o la “E” de Snellen. Por último, existen los test que evalúan la capacidad de reconocimiento en los que se tienen que identificar diferentes estímulos. Entre estos se encuentran el test Lea symbols, test de letras, de números y de dibujos.

Habitualmente, se mide la AV estática en visión lejana y visión próxima, con test de alto contraste y en condiciones fotópicas. Se evalúa de forma monocular, binocular, sin y con compensación óptica.

#### 1.2.4. Visión binocular

##### 1.2.4.1. Motilidad ocular

Los movimientos de los ojos se producen gracias a la acción de los músculos extraoculares (recto interno, recto externo, recto superior, recto inferior, oblicuo superior y oblicuo inferior). Los movimientos oculares que habitualmente se valoran son:

- Vestíbulo-oculares, son involuntarios y compensan el movimiento de la cabeza y el cuerpo. Se originan en el sistema vestibular y son responsables, junto con la propiocepción del control de la postura y del equilibrio.
- Sacádicos, son movimientos voluntarios que se producen al cambiar de forma rápida de un punto de fijación a otro.
- Seguimientos, son aquellos que permiten mantener la fijación en un estímulo que se mueve<sup>32</sup>.

En la exploración clínica habitual inicialmente se evalúa la existencia de restricción o limitación de alguno de los músculos extraoculares mediante las versiones. Éstas se tratan de movimientos binoculares coordinados y si se observa alguna alteración en la acción de alguno de los músculos, se debe proceder a estudiar de forma monocular la integridad de los mismos (ducciones). Además, también resulta de interés conocer la calidad de los movimientos de seguimiento y de los movimientos sacádicos. Los movimientos de seguimiento y sacádicos se deben poder realizar sin experimentar ninguna molestia, sin tener visión doble en ninguna de las posiciones de mirada y sin la intervención de la cabeza o el cuerpo (movimientos asociados). Para la evaluación de la motilidad ocular se utiliza un estímulo de fijación (linterna, puntero o cubo de Lang) que se mueve delante de la cara del sujeto a evaluar, mientras el examinador observa la calidad de los movimientos oculares.

##### 1.2.4.2. Desviación ocular

El alineamiento ocular se puede evaluar de forma objetiva mediante el cover test, el test de Hirschberg o el de Krimsky. Los test de Hirschberg y Krimsky son los recomendados

para realizar a niños muy pequeños o personas con baja colaboración, puesto que permiten realizar una estimación de la desviación ocular observando la posición del reflejo corneal. La desventaja que tienen estos procedimientos es que no permiten detectar pequeñas magnitudes de foria o tropia. Por ello, el cover test es el procedimiento más habitual utilizado para la medida de la desviación ocular de forma objetiva.

Para realizar el cover test se necesita un oclisor y un estímulo acomodativo situado a 6 m para la evaluación en visión lejana y situado a 40 cm para la evaluación en distancia próxima. Mediante la observación de los movimientos de los ojos cuando se alterna el oclisor de un ojo a otro se puede determinar el tipo de desviación ocular. Con este procedimiento se establece si existe foria o tropia, la dirección de la misma (endo, exo, hiper o hipo) y la magnitud de la desviación al interponer lentes prismáticas para neutralizar el movimiento.

### 1.2.4.3. Punto próximo de convergencia

El punto próximo de convergencia (PPC) se define como el punto de intersección de las líneas de mirada cuando los ojos están en su convergencia máxima. Por tanto, esta prueba binocular permite conocer la máxima capacidad de convergencia de un individuo<sup>32</sup>.

En clínica se estudia el valor de la distancia en el punto en el que el sujeto no puede mantener la convergencia mientras intenta fijar (sin ver doble) un estímulo que se acerca. En el momento que ve doble se retira lentamente el estímulo hasta que recupera la visión única del mismo. El valor de rotura se define como la media de las tres medidas de la distancia en la que el examinador observa que un ojo se desvía o en la que el sujeto manifiesta diplopía. El valor del recobro se define como la media de las tres medidas en las que el examinador observa una respuesta de fusión del paciente o el paciente manifiesta visión simple. Habitualmente ambos valores del PPC (rotura y recobro) se expresan en centímetros (cm). Se consideran valores normales para el punto de rotura y de recobro medidas de  $2,5 \pm 2,5$  cm y  $4,5 \pm 2,5$  cm respectivamente.

#### 1.2.4.4. Estereopsis

La agudeza visual estereoscópica (AVE) o estereopsis se define como el umbral de discriminación de profundidad expresado en segundos de arco (seg arc), es decir, la mínima disparidad binocular que puede percibir un observador<sup>32</sup>. La estereopsis proporciona información de la posición en profundidad de los objetos cuando hay fusión binocular de las imágenes. Es la característica fundamental de la visión binocular en el ser humano y se elabora a partir de los estímulos visuales ligeramente diferentes que se originan en ambos ojos, lo que se denomina disparidad retiniana. Se produce porque la posición de los ojos proporciona dos imágenes que no son exactamente iguales. Para que haya estereopsis es preciso que se cumplan los siguientes requisitos: superposición binocular de los campos visuales, semidecusación de las fibras visuales aferentes y movimientos oculares conjugados coordinados. La visión binocular es un proceso muy complejo y cualquier limitación del desarrollo visual normal en edades tempranas tendrá un efecto negativo de modo que no se podrán alcanzar buenos niveles de estereopsis. Por tanto, las personas con estrabismo o ambliopía, tendrán valores bajos de estereoagudeza<sup>34</sup>. La evaluación de la estereopsis resulta de interés en clínica ya que está directamente relacionada con las habilidades motoras finas.

Existen diferentes test para evaluar la AVE, como el método Howard-Dolman, el test de Frisby, el test de Lang y el test del puntero<sup>32</sup>. Estos test son reales porque la evaluación se realiza en condiciones naturales de observación. Otros, para romper la fusión requieren la utilización de filtros polarizados, como el test de Titmus, el test de Randot y el test de Random Dot "E", o filtros rojo y verde como el TNO. Se consideran valores normales de estereopsis  $40 \pm 10$  seg arc.

#### 1.2.5. Acomodación

El término acomodación hace referencia al mecanismo dinámico de la variación dióptrica del ojo para enfocar a diferentes distancias. Con el tiempo, se produce un cambio fisiológico progresivo en el ojo (cristalino y anejos) que ocasiona una pérdida gradual de la capacidad de acomodación, que se denomina presbicia. Los síntomas comienzan, generalmente, a partir de los 40 años y varían en función del error refractivo,

las tareas de cerca que se desarrollen y otros factores individuales. Para compensar esta pérdida de acomodación y conseguir una visión nítida en distancias próximas se precisa utilizar una compensación óptica con lentes convexas (adición), cuya potencia dependerá de las necesidades de la persona.

El estudio de la acomodación implica evaluar la amplitud, la precisión y la flexibilidad gradual acomodativa. Para obtener resultados fiables en la evaluación de la acomodación se requiere una buena comprensión y la atenta colaboración del participante ya que resulta una prueba difícil. Existen diferentes métodos de medida, uno de los más habituales es la medida del método estimado monocular (MEM). Con esta técnica se determina de forma objetiva la respuesta acomodativa mientras que el participante mantiene la atención en una serie de palabras o estímulos, simulando las condiciones de lectura.

La amplitud de acomodación mediante lentes negativas se determina de forma subjetiva aumentando la potencia negativa de las lentes interpuestas al sujeto de estudio, que debe mantener nítido un estímulo situado a 40 cm.

Otra técnica con la que se mide el valor de la amplitud de acomodación es el método de Donders o de acercamiento, en el que el sujeto de estudio debe mantener nítido un estímulo que se aproxima hacia él.

Finalmente, otro procedimiento para evaluar la acomodación es el de alejamiento. En él se parte de un estímulo borroso (situado muy cerca del sujeto) que pasa a ser nítido cuando se aleja del individuo de estudio. Con este método, se obtienen valores más altos que con lentes negativas y con el de acercamiento. Resulta una técnica fiable y recomendada para la medida de la amplitud de acomodación; por ello, es la que se ha elegido en esta tesis doctoral.

### 1.2.6. Visión del color

El ojo humano normal sano dispone de tres tipos de fotorreceptores con máxima sensibilidad a tres regiones del espectro electromagnético visible, correspondientes a las longitudes de onda larga (L), media (M) y corta (S) (tricrómatas normales). La proporción de estos fotorreceptores en la retina es 40:20:1 cuyos fotopigmentos se

denominan: eritrolabe, clorolabe y cianolabe. Todos los tonos del color se pueden obtener por mezclas aditivas y sustractivas de esos tres colores primarios (rojo, verde y azul).

La percepción del color es subjetiva, depende entre otros de la densidad de los fotorreceptores, de las experiencias anteriores y de la superficie de los objetos. La mayoría de los defectos de la visión cromática son congénitos y están ligados al cromosoma X con carácter recesivo. Las deficiencias congénitas suelen ser causadas por la ausencia o fallos en uno o varios de los fotopigmentos. Éstos son binoculares simétricos y no varían con el tiempo, a no ser que exista algún evento que los altere. Por otro lado, es posible que se adquiera una anomalía de la visión cromática como consecuencia de una patología ocular o sistémica, como efecto secundario a ciertos fármacos o tras exposiciones a ciertas sustancias tóxicas<sup>35</sup>.

Las discromatopsias se clasifican en protanomalia, deuteranomalia y tritanomalia cuando hay una disfunción parcial en un grupo de conos sensibles al rojo, al verde y al azul respectivamente; y en protanopía, deuteranopía o tritanopía cuando hay una disfunción total de los conos sensibles a las longitudes de onda larga, media y corta.

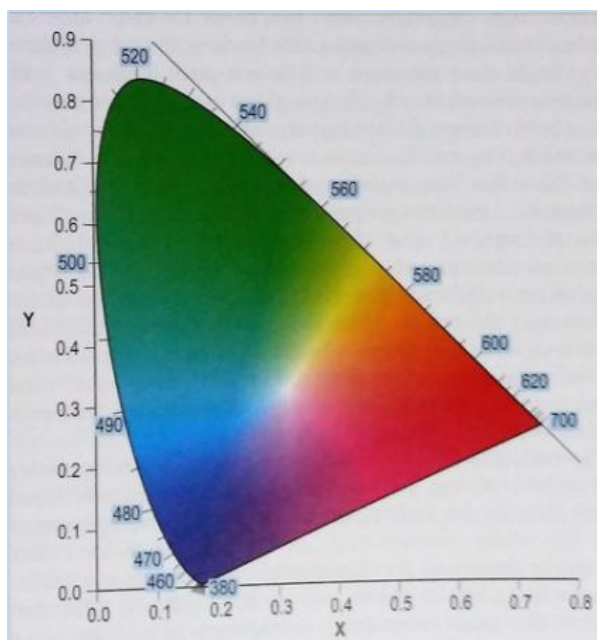
La incidencia de la alteración de la visión cromática de origen congénita, habitualmente para el eje rojo-verde, se sitúa en torno al 8,0 % en los hombres y al 0,5 % en las mujeres. La mayoría de las personas con deficiencia de la percepción del color pueden identificar colores primarios puros y normalmente tienen problemas para la identificación de mezclas de colores. Es fundamental conocer la existencia del tipo y grado de la discromatopsia para orientar a la persona en el sentido laboral, puesto que en algunas profesiones una de las exigencias o requerimientos es que no exista alteración en la visión cromática<sup>35</sup>.

Las alteraciones adquiridas en la percepción del eje azul-amarillo suelen ser consecuencia de afectaciones de los medios oculares, coroides o capas de los medios ópticos oculares más alejados de la retina, mientras que las alteraciones del tipo rojo-verde se asocian a cambios en el nervio óptico y retina (mácula).



Los test para la evaluación de las discromatopsias existentes son de dos tipos, aquellos que se fundamentan en mezclas sustractivas de colores y aquellos que se fundamentan en mezclas aditivas. Entre los del primer tipo se encuentran los test Ishihara, Tritan y Farnsworth y entre los del segundo, por ejemplo, el anomaloscopio de Nagel.

La evaluación de la visión cromática permite la detección de anomalías congénitas y además resulta de interés como prueba diagnóstica de algunas patologías oculares o sistémicas. Si se pretende la detección de anomalías congénitas se realiza de forma binocular y en el caso de emplearse para la detección de patologías las pruebas han de efectuarse de forma monocular.



**Figura 5.** Diagrama de Cromaticidad CIE.  
Fuente. Tomada de Rosenfield, 2009<sup>33</sup>.

### 1.2.7. Salud ocular

La salud ocular es un aspecto muy importante a tener en cuenta cuando se explora la función visual de una persona. Hay signos y síntomas que pueden hacer sospechar la existencia de patologías oculares, por lo que la detección temprana y el tratamiento adecuado son fundamentales para evitar cualquier complicación.

En la clínica optométrica habitual las pruebas de salud ocular llevadas a cabo son: la exploración del polo anterior mediante biomicroscopía, la exploración del polo posterior mediante oftalmoscopia, la integridad de los reflejos pupilares y la valoración de la visión cromática. Como pruebas complementarias se establecen las siguientes: topografía corneal, tonometría, retinografía, campimetría y tomografía de coherencia óptica entre otras.

### 1.3. Estado visual de las personas con síndrome de Down

En este apartado se van a comentar algunos de los hallazgos descritos por diferentes investigadores referentes a los problemas visuales y oculares de las personas con síndrome de Down. Es importante destacar que no existen muchos trabajos en los que se examina la función visual de las personas adultas con síndrome de Down<sup>36-40</sup>.

El diagnóstico de las alteraciones de la visión en las personas con síndrome de Down resulta difícil puesto que existen anomalías neurológicas que intervienen en que la visión no sea adecuada y a ellas se unen los cambios cognitivos que se producen con la edad. Los problemas de la función visual que presentan las personas con síndrome de Down son los habituales encontrados en la población sin síndrome de Down, pero con una mayor prevalencia. Diferentes estudios muestran la gran incidencia de los errores refractivos, problemas de visión binocular, estrabismo, nistagmus, acomodación reducida, queratocono, cataratas y otras patologías oculares<sup>38,41-45</sup>. Las investigaciones revelan que hay una mayor incidencia de anomalías visuales en niños con síndrome de Down<sup>43,46,47</sup> y que éstas aumentan en frecuencia y magnitud con la edad y con el grado de discapacidad intelectual<sup>41,44,48</sup>. Contrariamente a esta última afirmación, Krinsky-McHale et al. en su trabajo de 2012, señalan que la anomalía ocular no está relacionada con la severidad de la discapacidad cognitiva<sup>38</sup>.

Los déficits visuales en las personas con síndrome de Down muestran rangos muy dispares, pero siempre por encima del 40 %; habitualmente, los datos se encuentran entre el 44 % y el 71 %. Pikora et al. en 2014 analizaron las condiciones de salud de un grupo de jóvenes con síndrome de Down de edades comprendidas entre 15 y 30 años, encontraron que el 72,6 % tenían problemas visuales<sup>49</sup>. Otros estudios mostraron

resultados más alarmantes, Creavin et al. hallaron al menos una anomalía oftalmológica en el 96 % de los niños de sus grupos de estudio<sup>48</sup>. También Paudel et al. detectaron alteraciones oculares en el 97,2 % de las personas con síndrome de Down que evaluaron<sup>41</sup>. Dressler et al. en 2015 encontraron alteraciones oftalmológicas en el 81,6 % de sus participantes con síndrome de Down<sup>50</sup>. El hecho de que exista tanta variabilidad en los resultados podría deberse a que los grupos de estudio son muy diferentes en cuanto al número de participantes, las edades y las pruebas realizadas para la evaluación de la función visual.

Estudios recientes como el de Krinsky-McHale et al. en 2014, sugieren que las deficiencias observadas en la visión de las personas con síndrome de Down pueden deberse a la presencia de la neurofisiopatología de la enfermedad de Alzheimer en el córtex de asociación visual<sup>39</sup>. Ikeda et al. en 2013 señalan que la fragilidad de la percepción visual puede ser causada por una disfunción del lóbulo frontal<sup>37</sup>. Según Little et al. las causas subyacentes son una hipoplasia foveal y una neuropatía óptica<sup>51</sup>.

En ocasiones, se refiere que la visión reducida de las personas con síndrome de Down podría estar relacionada con la falta de atención, ya que, por ejemplo, en las personas con mayor discapacidad cognitiva puede ser más difícil obtener una respuesta fiable en las pruebas optométricas, por falta de interés o de colaboración durante la exploración<sup>38</sup>.

### 1.3.1. Estado refractivo

Las investigaciones indican que las personas con síndrome de Down al nacer no muestran diferencias significativas en la prevalencia del error refractivo con respecto a un grupo control sin síndrome de Down. Es importante destacar la necesidad de realizar pruebas objetivas y subjetivas para valorar el estado refractivo, puesto que como refieren Marsack et al. en su trabajo de 2017, existe mucha variabilidad en los resultados de las pruebas objetivas en las personas con síndrome de Down<sup>52</sup>.

El error refractivo más común en los niños es la hipermetropía, que habitualmente en los niños sin síndrome de Down se reduce espontáneamente mientras que persiste en los sujetos con síndrome de Down. Woodhouse et al. en 1997 hallaron que los niños

de primaria con síndrome de Down, de entre 4 y 12 años, tenían una mayor prevalencia de error refractivo significativo (equivalente esférico más negativo de  $-0,75$  D o más positivo de  $+3,00$  D). Ellos también encontraron que en los niños de primaria con síndrome de Down la prevalencia del error refractivo aumentaba significativamente con la edad y que éste tenía una mayor variabilidad. El aumento de la variabilidad del error refractivo con la edad en personas con síndrome de Down se cree que es debido a un fallo en la emetropización<sup>53</sup>.

El trabajo de Al-Bagdady et al. de 2011 mostró que el fallo de la emetropización en los niños con síndrome de Down se puede atribuir a una acomodación imprecisa, a bajos niveles de tareas de cerca combinadas con altos niveles de actividades en el exterior o a cambios que se producen en el córtex visual. Según estos autores, el hecho de que los niños con síndrome de Down realicen pocas tareas de cerca y las actividades al aire libre estaba asociado a un equivalente esférico de error refractivo más hipermetrópico que el grupo control<sup>42</sup>.

Diferentes estudios revelaron la incidencia de los errores refractivos en niños y adolescentes con síndrome de Down. El porcentaje hallado varía desde valores cercanos al 60 % observado por John et al. en 2004, Creavin et al. en 2009 y Paudel et al. en 2010, al 80 % de hipermetropes encontrado por Doyle et al. en 1998, o el 96,4 % en el trabajo realizado por Ljubic et al. en 2011. También, según refiere Tomita en su trabajo de 2017, el 96 % de los niños estudiados necesita compensación óptica<sup>54</sup>.

Es cierto que los rangos de hipermetropía hallados en estos trabajos eran diferentes, por ejemplo, mayor o igual a  $+0,50$  D para Doyle et al. y mayor de  $+1,00$  D o mayor de  $+2,00$  D para Paudel y John, respectivamente. Existe mucha variabilidad entre los hallazgos de los diferentes trabajos y una de las causas puede ser por la diversidad de las clasificaciones de los errores refractivos<sup>41,43,44,55,56</sup>. La revisión realizada por Watt et al. en 2015 muestra que algunos estudios han observado valores fuera de los rangos de  $-0,50$  D y  $+1,00$  D en el 80 % de los niños con síndrome de Down<sup>57</sup>.

Paudel et al. en el año 2010 estudiaron a niños con síndrome de Down de edades comprendidas entre 4 meses y 18 años y encontraron que en el 80 % de los casos existía

un error refractivo significativo. De ellos, el 55 % eran hipermétropes y el 25 % miopes, presentando astigmatismo el 44 % de los sujetos. También observaron que el 19 % eran anisométricos. Estos autores consideraron emetropía a un valor de error refractivo medio de equivalente esférico entre +1,00 y -0,50 dioptrías esféricas, astigmatismo a valores iguales o superiores a -1,00 dioptría cilíndrica y anisometropía a una diferencia igual o superior a 1.00 D<sup>41</sup>.

Contrariamente a los trabajos que indican una mayor prevalencia de hipermetropía en personas con síndrome de Down existen otras investigaciones que muestran incidencias muy altas de miopía, como son los estudios de Kim, Karlica, Han, Adio, Felius, Dressler et al.<sup>50,58-61</sup>. Este hecho explicaría las dificultades que las personas con síndrome de Down tienen en ocasiones para manejarse en la vida diaria en actividades como subir y bajar escaleras y cruzar calles<sup>49</sup>.

La gran incidencia de astigmatismo en las personas con síndrome de Down es una variable que también fue analizado por distintos investigadores. En general, suele ser oblicuo, superior a 1,00 D y aumenta con la edad. Ljubic et al. en 2011 encontraron un astigmatismo mayor de 1,00 D en el 74 % de un grupo de 170 personas con síndrome de Down de edades comprendidas entre 1 y 34 años, siendo oblicuo en el 52 % de los casos<sup>55</sup>. Según Al-Bagdady et al. el 7,1 % de los niños con síndrome de Down de 1 año estudiados tenían astigmatismo oblicuo, comparado con el 30 % en los niños de 15 años<sup>42</sup>. Woodhouse et al. en el año 2000 publicaron que al llegar la edad escolar, el 26 % de los niños con síndrome de Down presentaron astigmatismo frente al 22 % de los niños sin síndrome de Down. Observaron que el astigmatismo en los sujetos sin síndrome de Down descendía desde el 48 % de incidencia en el inicio del estudio, al 15,4 % en edad preescolar y a 0,0 % en primaria<sup>62</sup>. También Al-Bagdady et al. en 2011 encontraron astigmatismo oblicuo estadísticamente significativo en niños de 7 años comparado con niños de 2 años, ambos grupos con síndrome de Down<sup>42</sup>, lo que coincidiría con la línea de los trabajos mencionados anteriormente en los que se observa un comportamiento claramente diferente entre los niños con síndrome de Down y los niños sin síndrome de Down. Las investigaciones de Horio et al. también muestran una

mayor incidencia de astigmatismo en las personas con síndrome de Down frente al grupo control<sup>63</sup>.

Haugen et al. en 2004 obtuvieron que el 67 % de los sujetos con síndrome de Down de edades comprendidas entre 14 y 26 años, tenían un astigmatismo significativo mayor de 1,00 D y que en el 40 % de los casos el astigmatismo era oblicuo<sup>64</sup>. Doyle et al. analizaron los resultados topográficos corneales de un grupo de jóvenes con síndrome de Down de entre 15 y 22 años y confirmaron que el astigmatismo corneal estaba presente en su error refractivo total y que en el 39 % de los ojos el eje estaba fuera de los 10 grados de la ortogonal<sup>56</sup>.

El hecho de que el eje del astigmatismo sea oblicuo podría ser debido a la presión acumulativa del párpado en un ángulo oblicuo que puede dar lugar a un astigmatismo de ese tipo, aspecto característico de la anatomía palpebral de las personas con síndrome de Down. Además, podría también ser la causa del aumento de la magnitud en el tiempo por el efecto mecánico producido por el párpado<sup>65</sup>.

### 1.3.2. Agudeza visual

Como se ha mencionado anteriormente, es habitual que las personas con síndrome de Down presenten AV baja<sup>36,44,60,66-68</sup>. Courage et al. en 1997 indicaron que la AV de los niños con síndrome de Down de entre 2 y 18 meses estaba por debajo de los valores obtenidos por niños de la misma edad sin síndrome de Down<sup>69</sup>. Pero Woodhouse et al. señalaron que el retraso en alcanzar valores normales de AV no es evidente hasta pasados los dos primeros años de vida, por lo que los estudios con niños menores de 2 años con síndrome de Down podrían no ser concluyentes<sup>53</sup>. Según diversos autores, la AV de las personas con síndrome de Down es peor y no sólo es debido a un error refractivo, sino que se produce por un problema de transmisión nerviosa, de alteraciones neurológicas o de diferencias en ciertas estructuras cerebrales, tanto en la anatomía como en la función, con relación a las personas sin síndrome de Down. También el hecho de que la maduración sea diferente dificulta el establecimiento de los criterios para determinar los valores de normalidad para las personas con síndrome de Down, por lo tanto, impide cuantificar la importancia de la alteración neurológica. Como

se indica en el trabajo de Zahidi et al. publicado en 2018, no existe referencia respecto a los valores de agudeza visual que deben ser considerados normales en niños con síndrome de Down<sup>70</sup>.

McCullough et al. en 2013, encontraron que las estructuras ópticas de los ojos de las personas con síndrome de Down son atípicas, la córnea es más fina y más plana y el cristalino es más delgado. Todo ello funcionalmente influye en una reducción de la agudeza, por una degradación de los medios ópticos. Estos autores compararon la visión de 44 niños de entre 6 y 16 años con síndrome de Down y 209 niños sin síndrome de Down. Midieron las aberraciones de alto orden y observaron que los niños con síndrome de Down tenían mayores aberraciones de alto orden y que la calidad óptica central era reducida comparada con los niños sin síndrome de Down. Los resultados mostraron que existían diferencias significativas en las aberraciones de alto orden entre los grupos, no debidas a patologías oculares. Además, la óptica del ojo de las personas con síndrome de Down mantenía una calidad óptica relativamente buena, considerando el grado de ametropía. Concluyeron que, la reducción de la calidad visual en las personas con síndrome de Down no se justificaba sólo por los cambios de las estructuras oculares, sino que podría presentar un componente visuocortical como se ha descrito en otros trabajos<sup>71</sup>.

En el mismo sentido se encuentran las investigaciones de John et al. en 2004, quienes midieron la AV con potenciales evocados visuales estáticos (VEPs) y con paneles de AV a niños con síndrome de Down y a un grupo control sin síndrome de Down. Los resultados mostraron que la AV era menor en los niños con síndrome de Down, tanto en VEPs como con los paneles de AV, en comparación al grupo control. Estos investigadores concluyeron que los resultados podrían explicarse por un déficit sensorial o por un problema en el córtex visual, más que por una falta de atención<sup>43</sup>.

Felius et al. en 2014 en niños con síndrome de Down y nistagmus investigaron la asociación entre los déficits de AV y de inestabilidad de fijación. Evaluaron la AV de forma binocular con el test de Teller y grabaron el movimiento ocular que se producía como respuesta al test. Concluyeron que, aunque otros factores contribuyen también

en la pérdida de AV en el síndrome de Down, el nistagmus por sí solo, podría ser la causa de la mayor parte del déficit de AV en niños con síndrome de Down<sup>61</sup>.

En personas adultas con síndrome de Down también las investigaciones muestran que la AV está reducida. Castañé et al. en 2004, estudiaron el estado refractivo y la salud ocular en personas con síndrome de Down mayores de 40 años, posiblemente afectados de la EA. Sus resultados mostraron que la AV tanto en visión lejana como en visión próxima estaba disminuida respecto al grupo control sin síndrome de Down<sup>31</sup>. Además de este estudio, se han encontrado otros en los que se incluían adultos con síndrome de Down. Destacan las investigaciones de Krinsky-McHale et al. en 2014 cuyos participantes de edades comprendidas entre 28 y 48 años mostraron déficits de visión, AV Vernier defectuosa y anomalías en la discriminación visual. Los patrones de déficits observados en este grupo de estudio eran parecidos a los observados en adultos sin síndrome de Down con EA<sup>39</sup>.

### 1.3.3. Estado binocular

El estado binocular en muchas personas con síndrome de Down presenta anomalías, como cabría esperar, puesto que para que la visión binocular sea adecuada es preciso que la motilidad ocular, la AV, la acomodación y la fusión se encuentren en un nivel de desarrollo y de función correctos. Las alteraciones con mayor repercusión en la binocularidad además de las descritas en los apartados anteriores son el nistagmus y el estrabismo.

#### 1.3.3.1. Motilidad ocular

El nistagmus es un trastorno que consiste en el movimiento involuntario de los ojos (de uno o de los dos), que tiene una fase rápida y una lenta, con una posición de bloqueo en la que hay una ligera estabilización de la fijación. Se produce cuando existen lesiones en el sistema vestibular, en otras áreas responsables de la coordinación de los movimientos oculares o en casos de inmadurez en el sistema oculomotor<sup>35</sup>. Como consecuencia de estos movimientos anómalos, la fijación no es precisa, la AV es baja y la acomodación y la binocularidad también están alteradas.



De los artículos publicados en los que se hace referencia a la incidencia del nistagmus en las personas con síndrome de Down destacan los trabajos de Kim et al. en 2002 y 2009. Estos autores evaluaron a niños con síndrome de Down de los que el 22 % en un grupo de estudio y el 29 % en otro, tenían nistagmus<sup>58,72</sup>. Entre estos valores, concretamente el 28 %, se encuentran los resultados obtenidos en niños con síndrome de Down de Paudel et al. en 2010<sup>41</sup>. Muy inferiores a estos datos son los referidos en estudios posteriores por Afifi et al.<sup>73</sup> en 2013 del 3 % o los reportados por Fong et al. en 2013 y Li et al. en 2014 del 8 % y del 6 % respectivamente, en los dos últimos casos en grupos de adultos con síndrome de Down<sup>36,68</sup>.

### 1.3.3.2. Desviación ocular

El estrabismo es una alteración de la visión binocular en la que los ejes visuales presentan una desviación manifiesta, aunque ésta sea de forma intermitente. Las investigaciones muestran que existe una gran incidencia en las personas con síndrome de Down y que es más habitual la endodesviación frente a la exodesviación. Un aspecto interesante que revelan algunos estudios es que el estrabismo en las personas con síndrome de Down no siempre está relacionado con el error refractivo (hipermetropía) ni con la anisometropía<sup>53</sup>.

Los estudios de Stewart et al. en 2005 y Afifi et al. en 2013 mostraron que en torno al 14 % de los niños con síndrome de Down tenían estrabismo<sup>73,74</sup>. Sin embargo, Adyanthay et al. en 2014 refirieron una incidencia de estrabismo del 53 % de su grupo de estudio con síndrome de Down<sup>75</sup> y Nandakum et al. en 2010 encontraron valores superiores, llegando al 68 %<sup>76</sup>.

### 1.3.3.3. Estereopsis

La estereopsis viene determinada por el desarrollo de la fusión sensorial binocular del individuo. Para que sea posible es necesario que aspectos como la AV y el alineamiento ocular sean adecuados. Del estado de la visión estereoscópica depende la eficiencia en numerosas tareas de la vida diaria puesto que, como es sabido, esta habilidad es fundamental para el cálculo de las distancias de una forma precisa. Si no se

desarrolla de forma adecuada, entre otros, dificultará la práctica deportiva, los desplazamientos, subir y bajar escaleras, limitando así, la movilidad de forma segura.

Las investigaciones en cuanto a la calidad de la visión estereoscópica en personas con síndrome de Down muestran que también este aspecto de la función visual es peor que la de las personas sin síndrome de Down. Como se ha comentado anteriormente la alta prevalencia de estrabismo en este grupo de población reduce la capacidad de visión estereoscópica<sup>46,77-80</sup>.

#### 1.3.4. Acomodación

La acomodación es una habilidad que ha sido profusamente estudiada en bebés y niños con síndrome de Down obteniéndose resultados que indican una habilidad reducida en este colectivo<sup>75-77,81,82</sup>.

Ya en las investigaciones realizadas por Lindstedt en 1983, se indicó que entre el 55 % y el 68 % de los niños con síndrome de Down tenían problemas de acomodación, incluso cuando llevaban su compensación óptica. Trabajos coincidentes son los realizados por Al-Bagdady et al. quienes hallaron anomalías de la acomodación entre el 55 % y el 80 % de los niños con síndrome de Down frente al grupo control<sup>42</sup>. Además, los trabajos de Lindstedt intentan explicar estos datos señalando que los niños con síndrome de Down tienden a relajar la acomodación de modo que para tareas de cerca mantienen una especie de “error fuera de foco”. Este hecho, según estos autores no es debido ni a que tengan una presbicia temprana ni a la incapacidad de controlar la acomodación, sino que parece que existe una anomalía en el ajuste del enfoque<sup>83</sup>.

#### 1.3.5. Visión del color

Otro aspecto que se considera importante incluir en las evaluaciones de la función visual de las personas con síndrome de Down es la visión del color. Hay que tener en cuenta que la visión del color puede verse afectada por algunas patologías, por lo que su evaluación puede ayudar en el diagnóstico de las mismas.

Por otro lado, existen muchas situaciones en las que las personas con síndrome de Down utilizan los colores como complemento de sus sistemas de comunicación, tanto

en su entorno escolar como en el laboral. Si la visión cromática está alterada tendrán más dificultad para interpretar ciertas instrucciones o indicaciones y su eficacia se verá mermada.

Krinsky-McHale et al. en 2013 en sus investigaciones en 7 sujetos adultos con síndrome de Down, encontraron anomalías en la percepción del color<sup>39</sup>. Estos resultados coinciden parcialmente con los obtenidos anteriormente por Suttle et al. quienes encontraron alteraciones en los potenciales evocados cromáticos de su grupo de estudio de sujetos con síndrome de Down frente al grupo control sin síndrome de Down, pero no en otros test de evaluación de la visión cromática<sup>84</sup>.

### 1.3.6. Salud general y ocular

#### 1.3.6.1. Patologías sistémicas

Son múltiples los estudios realizados en los que se valora la salud de las personas con síndrome de Down. Entre las patologías más frecuentes destacan las enfermedades cardiovasculares, el hipotiroidismo, la obesidad, la epilepsia, la apnea del sueño, la dermatitis, la leucemia y las deficiencias sensoriales. Además, enfermedades neurodegenerativas como la enfermedad de Alzheimer y la demencia aparecen en edades más tempranas que en la población sin síndrome de Down.

#### 1.3.6.2. Salud ocular

La patología ocular más frecuente en las personas con síndrome de Down es la presencia de opacidades en el cristalino en edades tempranas, seguida de blefaritis, queratocono y conjuntivitis<sup>36,44,56,68,76,85-88</sup>.

### 1.4. Atención médica

En general, las enfermedades que padecen las personas con síndrome de Down son detectadas y tratadas tarde, porque se atienden por separado en vez de considerar el estado de la salud de la persona de forma global. Por ello, es muy importante que familiares, educadores y cuidadores sepan reconocer los signos y los síntomas que puedan iniciarse por cambios psicológicos y de comportamiento, que pudieran ser indicativos de alguna enfermedad. Es fundamental también considerar que las

patologías sistémicas existentes a partir de los 50 años se complican con la aparición de las enfermedades mentales y psicológicas.

Con relación al cuidado visual que se presta a las personas con síndrome de Down mencionar que es un aspecto que parece que necesita mayor atención. Algunas de las causas por las que se tiene menor interés por el estado de la función visual de las personas con síndrome de Down podrían ser la creencia de la falta de colaboración, las dificultades de comunicación, la necesidad de adaptar los exámenes visuales a sus capacidades, la elevada edad de los padres o simplemente el desconocimiento de las recomendaciones sanitarias. El trabajo de Creavin y Brown en 2010 muestra que existe una falta de atención en esta área para las personas con síndrome de Down<sup>48</sup>.

Otro aspecto importante a destacar es la frecuencia con la que las personas con síndrome de Down no llevan la compensación óptica óptima. Los estudios realizados mostraron que algunos usuarios con síndrome de Down no quieren utilizar las gafas, y que ello puede deberse a que la compensación que se les prescribe no es la óptima, o a que no tienen capacidad para diferenciar la visión sin y con compensación. Además, las características anatómicas hacen que resulte incómodo el porte de las mismas, por lo que se debe tener un cuidado especial en el ajuste de las gafas<sup>75,76,89</sup>.



**JUSTIFICACIÓN**

---



## 2. JUSTIFICACIÓN

La esperanza de vida de las personas con síndrome de Down se ha incrementado varias décadas en los últimos años. Ello es debido a que los avances médicos permiten detectar y tratar, de forma más eficaz, alguna de las patologías que padecen tales como las enfermedades cardíacas, infecciosas, respiratorias y metabólicas. Los estudios muestran que presentan un envejecimiento prematuro generalizado en relación a la población sin síndrome de Down.

Actualmente, las personas con síndrome de Down se han incorporado a la vida laboral y acuden a entidades donde realizan tareas de formación y desarrollo personal. Todo ello ha favorecido su autonomía e independencia, mejorando su calidad de vida. Este incremento de actividad requiere mayores exigencias visuales.

La visión es un sentido fundamental para una buena calidad de vida. Su estudio es un aspecto de la salud que no está suficientemente atendida en las personas con síndrome de Down. En la búsqueda bibliográfica realizada, se ha detectado que las investigaciones se han centrado en niños y en adultos mayores de 55 años. Por esta razón, en esta tesis doctoral, se ha decidido estudiar la función visual de adultos jóvenes con síndrome de Down en el rango de edad entre 17 y 35 años.

Las investigaciones previas demuestran una mayor prevalencia de errores refractivos y anomalías visuales en las personas con síndrome de Down. Es necesario investigar si los déficits visuales de los adultos con síndrome de Down son debidos al envejecimiento prematuro o a las particularidades propias del síndrome.





**HIPÓTESIS**

---



### 3. HIPÓTESIS

El envejecimiento fisiológico prematuro que sufren las personas con síndrome de Down en el sistema neurológico, cardíaco y respiratorio, permite inferir que la función visual también sufre un deterioro en edades más tempranas, presentando alteraciones visuales propias de las personas mayores.



## OBJETIVOS

---



## 4. OBJETIVOS

### 4.1. Objetivo general

El objetivo de esta investigación es evaluar el estado de la función visual de un grupo de adultos jóvenes con síndrome de Down, valorando si su función visual sufre un envejecimiento prematuro o si las alteraciones visuales que padecen están ligadas al propio síndrome.

### 4.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos que se proponen para un grupo de adultos jóvenes con síndrome de Down, un grupo de adultos jóvenes sin síndrome de Down y un grupo de mayores sin síndrome de Down, son los siguientes:

1. Estudiar la compensación óptica habitual, el estado refractivo, la relación entre ambos y cuantificar los beneficios visuales de la interposición de la compensación óptica óptima.
2. Valorar la capacidad de resolución espacial midiendo la agudeza visual en condiciones de iluminación fotópica y a diferentes distancias.
3. Evaluar el estado de la visión binocular y de la acomodación.
4. Conocer el estado de la visión del color y cuantificar las discromatopsias.
5. Comparar todas las variables estudiadas y establecer su posible relación con el envejecimiento.





## MATERIAL Y MÉTODO

---



## 5. MATERIAL Y MÉTODO

### 5.1. Muestra

En esta tesis doctoral se estudiaron un total de 192 participantes, 67 hombres y 125 mujeres. Un primer grupo estuvo formado por adultos jóvenes con síndrome de Down (JCD) y un grupo control sin síndrome de Down, subdivido en dos, uno de adultos jóvenes (JSD) y otro de mayores (MSD).

El grupo de los JCD estuvo formado por 69 jóvenes con síndrome de Down, 24 hombres y 45 mujeres, de edades comprendidas entre 17 y 35 años. Todos los participantes pertenecían a la Fundación Aprocor. El reclutamiento de los mismos se realizó a través de esta fundación, con la que la Universidad Complutense de Madrid (UCM) firmó un convenio de colaboración para el desarrollo de este trabajo (Ver anexo 2. Acuerdo de colaboración). La Fundación Aprocor es una entidad sin ánimo de lucro dedicada desde 1989 al desarrollo de servicios y programas orientados a la mejora de la calidad de vida de personas con discapacidad intelectual y de sus familias.

El grupo de los JSD estuvo formado por 68 jóvenes sin síndrome de Down, 17 hombres y 51 mujeres, de edades comprendidas entre 19 y 34 años. Este grupo se reclutó en la Facultad de Óptica y Optometría de la Universidad Complutense de Madrid. Los integrantes del mismo fueron alumnos estudiantes del Grado de Óptica y Optometría de dicha Facultad.

El grupo de los MSD estuvo formado por 55 mayores sin síndrome de Down, 26 hombres y 29 mujeres, de edades comprendidas entre 55 y 79 años. Estos participantes se reclutaron en la Facultad de Óptica y Optometría. Los integrantes del mismo fueron alumnos del programa de Universidad para los Mayores que se imparte en dicha Facultad.

### 5.2. Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión que se siguieron fueron:

- Pertenecer a uno de los grupos de edad de interés para el estudio. Entre los 17 y 35 años para los grupos de jóvenes y entre los 55 y 80 años para el grupo de mayores.
- Tener diagnóstico de “síndrome de Down” para formar parte del grupo de los JCD.

La investigación se llevó a cabo cumpliendo las directrices de la Declaración de Helsinki. Todas las personas, una vez informadas y aceptada la participación en el estudio, firmaron el consentimiento y rellenaron los cuestionarios correspondientes con anterioridad al examen visual. En el caso de los JCD sus familiares o tutores se encargaron de realizar esta gestión. El estudio fue aprobado por el comité ético de investigación clínica del Hospital Clínico San Carlos de Madrid (Ver anexo 1. Comité de ética).

Por otro lado, a todos los usuarios de gafas se les solicitó que las llevaran a la cita y a los usuarios de lentes de contacto se les instó a que interrumpieran su uso durante la semana previa a las pruebas.

### 5.3. Material

A continuación, se describen las características de los emplazamientos y se detalla cada uno de los instrumentos, dispositivos y elementos empleados en la toma de datos para la realización de esta tesis. El material empleado para la evaluación de las variables estudiadas en este trabajo es el genérico que se utiliza en la clínica optométrica diaria.

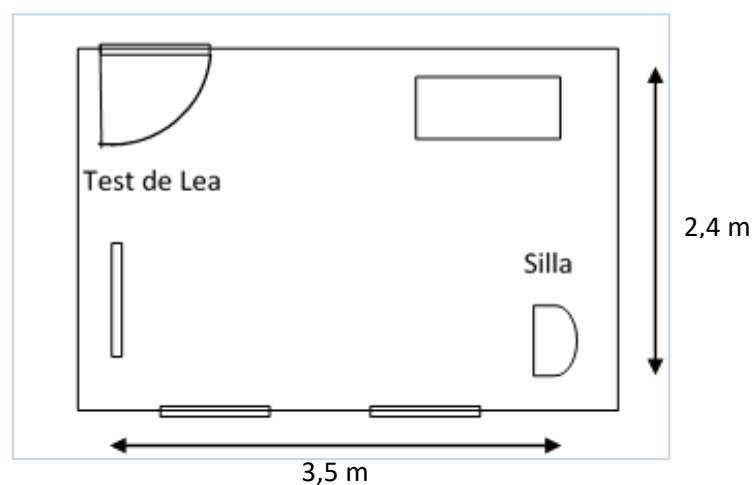
#### 5.3.1. Emplazamiento

Las medidas se realizaron en dos emplazamientos diferentes. Se determinó que, para facilitar la participación de las personas con síndrome de Down (JCD) e interferir lo menos posible en su vida diaria, las medidas se realizaran en las propias instalaciones de la Fundación Aprocor. Esta entidad facilitó una sala que se habilitó para las tareas de evaluación y que contó con todos los requerimientos necesarios para realizar correctamente las medidas. A este lugar, se trasladó todo el material y los elementos

necesarios para desarrollar los diferentes procedimientos optométricos indispensables para esta investigación.

La evaluación de los grupos JSD y MSD se realizó en los laboratorios de la Facultad de Óptica y Optometría de la Universidad Complutense de Madrid (UCM).

La figura 6 muestra el plano con la disposición de los elementos estructurales con los que contaron las salas en las que se realizaron las evaluaciones de la función visual en ambas ubicaciones.



**Figura 6.** Sala tipo de realización de las pruebas de evaluación con disposición relativas del material.

### 5.3.2. Historia clínica

Considerando las características de los participantes del grupo JCD, se diseñaron dos cuestionarios con el objetivo de conseguir la máxima información desde dos puntos de vista. El primer cuestionario (Ver anexo 4. Cuestionario familia) estuvo dirigido a las familias y/o tutores y el segundo cuestionario (Ver anexo 5. Cuestionario profesionales) a los profesionales responsables de los diferentes centros en los que desarrollaban su actividad principal.

Para el grupo de JCD, en los cuestionarios se recogió la información referente al desarrollo general del individuo, las características médicas (patologías, fármacos, alergias y otros), signos y síntomas que hicieran sospechar la existencia de un problema

visual y/u ocular, los problemas visuales anteriores, la atención visual previa, los tratamientos seguidos y los antecedentes familiares médicos y visuales.

Asimismo, se solicitó información referente al estilo y la calidad de vida, en cuanto a dependencia y movilidad (subir y bajar escalones, caminar sobre diferentes superficies y otros). Se requirieron también las características del puesto de trabajo o de las tareas desarrolladas en los centros ocupacionales y se preguntó por las actividades de ocio que realizaban. La finalidad de estos cuestionarios fue disponer de la máxima información sobre:

- Las características y peculiaridades del participante.
- Las exigencias y necesidades visuales de las actividades que desarrollaban o habían desarrollado en su vida diaria, tanto las laborales (o académicas) como las de ocio.
- Los signos y síntomas que pudieran estar relacionadas con alguna anomalía visual.

Los grupos de JSD y MSD fueron caracterizados mediante otro cuestionario (Ver anexo 7. Cuestionario grupo sin Down), en el que se solicitó información referente a antecedentes visuales (tratamientos, signos y síntomas), salud general y ocular, ocupación y otras actividades.

### 5.3.3. Estado refractivo

#### 5.3.3.1. Medida de la compensación óptica habitual

El valor de la magnitud de la compensación óptica habitual que tenía cada uno de los participantes se midió con un frontofocómetro modelo LM-6 Topcon Co. Japón.



**Figura 7.** Frontofocómetro modelo LM-6 Topcon Co. Japón.  
Fuente. Elaboración propia.

#### 5.3.3.2. Refracción objetiva

Para determinar de forma objetiva el estado refractivo de todos los participantes se utilizó el autorrefractómetro modelo TR4000 Tomey. Se realizó retinoscopia sin ciclopejía, con un retinoscopio de franja modelo 18100 Welch Allyn y reglas de retinoscopia. Como estímulo de fijación se utilizó un símbolo de AV baja del test Lea Symbols 15-Line Distance Chart, situado a 3 m. Se obtuvieron los valores de esfera, cilindro y eje de todos los participantes de la muestra.



A



B

**Figura 8.** A. Autorrefractómetro modelo TR4000 Tomey. B. Retinoscopio modelo 18100 Welch Allyn y reglas de retinoscopia.

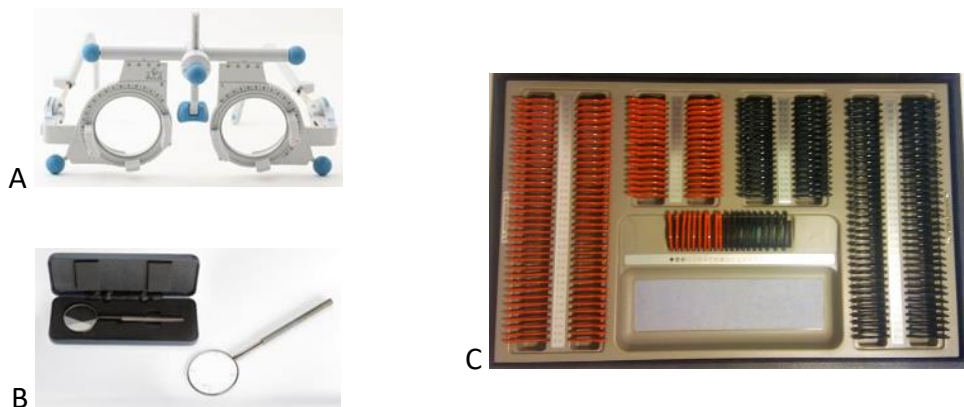
Fuente. A. Essilor. B. Elaboración propia.



### 5.3.3.3. Refracción subjetiva

El error refractivo subjetivo se determinó en aquellos participantes, de cualquier grupo, en los que la refracción objetiva mostraba variación con relación a la compensación habitual.

Para realizar este procedimiento se utilizaron gafas de prueba con su correspondiente batería de lentes oftálmicas y un cilindro cruzado de mano para verificar y afinar la potencia y el eje del cilindro. El test de AV empleado fue el test Lea Symbols 15-Line Distance Chart, situado a 3 m.



**Figura 9.** A. Gafas de prueba. B. Cilindro cruzado de mano. C. Caja de lentes oftálmicas.  
Fuente. Elaboración propia.

### 5.3.4. Agudeza visual

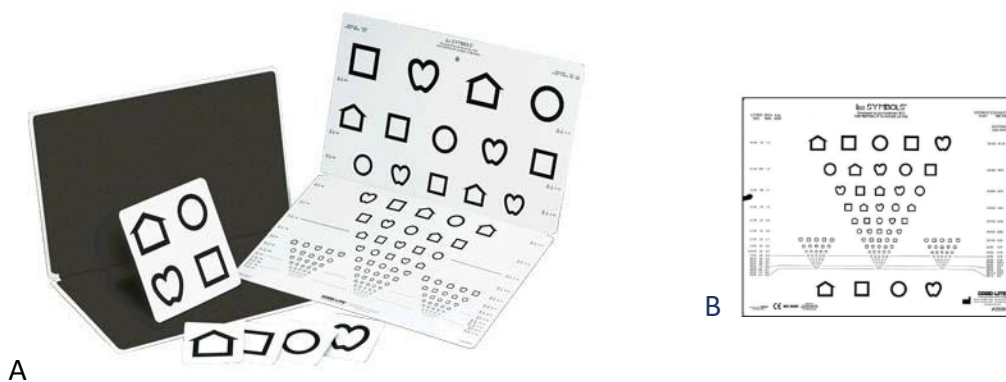
La medida de la AV se realizó con los test empleados para la prueba de refracción. Éstos fueron el test Lea Symbols 15-Line Distance Chart situado a 3 m para la evaluación de la AV en visión lejana y el test Lea Symbols Near Vision Card situado a 40 cm para visión próxima. Ambos test presentan cuatro únicos símbolos: cuadrado, círculo, casa y manzana (o corazón). Se utilizó un oclisor traslúcido, un parche o unas gafas con oclusión para tapar el ojo que no se estaba evaluando.

El test Lea Symbols fue desarrollado por la oftalmóloga finlandesa Lea Hyvärinen y comenzó a popularizarse en los años 80. Inicialmente, lo desarrolló como test de screening y posteriormente pasó a recomendarlo para evaluar a niños con dificultades

de procesamiento visual. Actualmente, este test se utiliza indistintamente para población sin y con dificultades de procesamiento.

El test de lejos empleado en este estudio se trató de un panel de 15 filas con cinco símbolos de Lea de igual tamaño en cada una de las siete primeras filas y tres grupos de cinco símbolos en las ocho filas restantes. El test tiene un diseño de escala logMAR (logaritmo del Mínimo Angulo de Resolución). Los símbolos de mayor tamaño (primera fila) corresponden a una AV de 2,0 logMAR y los más pequeños (última fila) corresponden a una AV de -0,4 logMAR. Incluye una tarjeta en la que están impresos los cuatro símbolos y cuatro tarjetas con cada uno de los símbolos. Se emplean para comprobar que el sujeto conoce y tiene la habilidad de nombrar cada uno de los símbolos y para señalar el de igual forma al que se le indica en el panel en visión lejana.

El test de cerca consiste en una tarjeta en la que aparecen 17 filas, las seis primeras con cinco símbolos cada una y el resto con tres grupos de cinco símbolos cada una. El tamaño de los símbolos disminuye proporcionalmente desde la primera fila, que corresponde a una AV de 2,0 logMAR, hasta los más pequeños que corresponden a una AV de -0,4 logMAR.



**Figura 10.** A. Test Lea Symbols 15-Line Distance Chart. B. Test Lea Symbols Near Visión Card.  
Fuente. Elaboración propia.

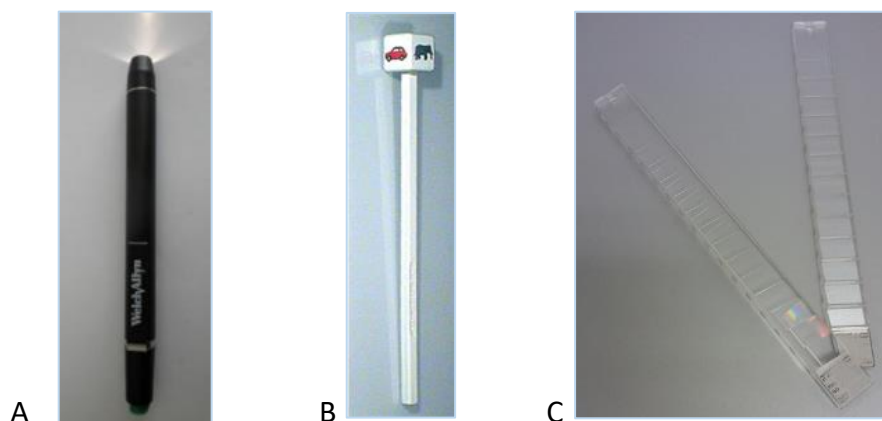
### 5.3.5. Visión binocular

La evaluación de la visión binocular se planteó de modo que primeramente se exploró la motilidad ocular, después se evaluó la desviación ocular, el punto próximo de convergencia (PPC) y finalmente la visión estereoscópica.

#### 5.3.5.1. Motilidad ocular

Para la evaluación de la motilidad ocular se utilizó como estímulo de fijación un cubo de Lang. Se trata de un cubo 1 cm de lado, insertado en una varilla, en el que en 5 de sus caras tiene un dibujo (estrella, gato, coche, elefante y barco).

#### 5.3.5.2. Desviación ocular



**Figura 11.** A. Linterna puntual. B. Cubo de Lang. C. Barras de prismas.  
Fuente. Elaboración propia.

La desviación ocular se evaluó mediante el test de Hirschberg y el cover test. Se utilizó una linterna puntual para determinar la posición de los reflejos corneales y una barra de prismas para la medida de la desviación de los mismos.

La medida de la alineación ocular en visión lejana se realizó mediante el procedimiento de cover test, utilizando un símbolo del test Lea situado a 3 m como estímulo de fijación. En la medida en visión próxima se empleó un símbolo del test de Lea o uno de los dibujos de un cubo de Lang situado a 40 cm. También se empleó un oclisor y barras de prismas para la medida de la desviación.

#### 5.3.5.3. Punto próximo de convergencia

Para la evaluación del punto próximo de convergencia (PPC), se utilizó como estímulo de fijación un cubo de Lang y una regla milimétrica para realizar la medida, tanto del punto de rotura como del punto de recobro.

#### 5.3.5.4. Estereopsis

En esta tesis se valoró la visión estereoscópica utilizando el test Titmus Fly Book and Stereo Acuity Test de Stereo Optical Co., Chicago IL, USA. Se determinó que este test era el más adecuado para utilizar con los participantes de este estudio, puesto que se trata de un test rápido y sencillo incluso para aplicar en personas con dificultades de aprendizaje. Se trata de un test polarizado en el que la disociación se produce mediante el uso de lentes polarizados y permite evaluar la estereoagudeza en visión próxima. Consiste en un libro de láminas polarizadas perpendiculares en las que se presentan una serie de imágenes. Consta de tres estereotest con rangos de medida desde 3000 a 40 segundos de arco (seg arc).

La parte derecha del libro evalúa la estereopsis gruesa, presenta la imagen de una mosca, que corresponde a una estereoagudeza de 3000 seg arc. Al mirarla, si la persona evaluada con las gafas polarizadas puestas tiene la estereopsis de ese valor o mejor, observará que las alas de la mosca parecen sobresalir del libro.

En segundo lugar, se presentan unos dibujos de unos animales distribuidos en tres filas (A, B y C), que serán percibidos en relieve, siendo los valores de estereopsis de cada uno de 400 seg arc, de 200 seg arc y de 100 seg arc respectivamente. La última parte consta de nueve grupos de cuatro círculos cada uno, denominados puntos de Wirt. En cada grupo hay un círculo que parece sobresalir del libro. El rango de valores de estereoagudeza evaluado en esta última parte del test se encuentra entre 800 seg arc el primero y 40 seg arc el noveno.



**Figura 12.** Test de estereopsis Titmus Fly Book and Stereo Acuity Test de Stereo Optical Co., Chicago IL, USA y gafas polarizadas disociantes.  
Fuente. Elaboración propia.

### 5.3.6. Acomodación

La acomodación se midió utilizando tarjetas con símbolos sueltos del test Lea Symbols domino Cards, un oclisor traslúcido o parche para tapar el ojo que no era evaluado y una regla milimétrica.



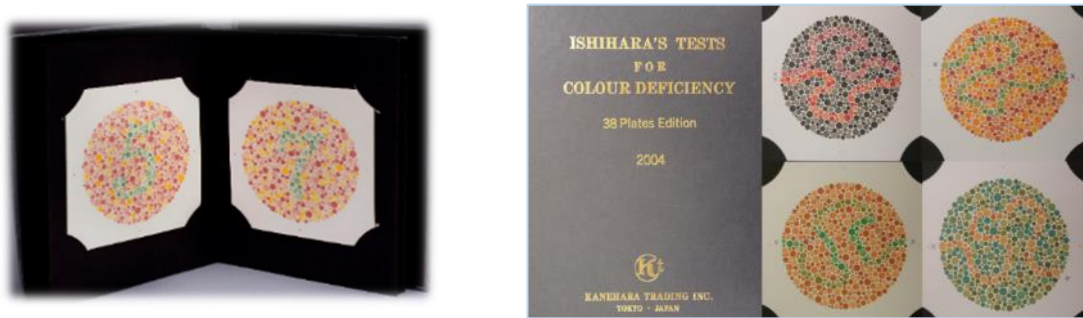
**Figura 13.** Test Lea Symbols domino Cards.  
Fuente. Elaboración propia.

### 5.3.7. Visión del color

La visión del color se estudió empleando el test Ishihara Plate Colour Vision de 38 láminas y un oclisor o parche. Para los participantes que no tenían capacidad para nombrar los números que aparecen en el test, se dispuso de un pincel con el que pudieran “repasar” los caminos que aparecen en el mismo.

El test Ishihara es el más utilizado para la detección de alteraciones en la visión cromática y está diseñado para realizar una medida rápida y precisa de las deficiencias en la percepción del color. Este test permite la detección de alteraciones congénitas

rojo-verde, pero no detecta las alteraciones del eje azul-amarillo. Fue ideado como test de screening, pero no es muy preciso para diferenciar entre los tricrómatas anómalos y los dicrómatas. Consiste en una serie de láminas pseudoisocromáticas en las que el examinado debe identificar unas figuras o patrones. Dichas figuras están formadas por puntos de colores de diferentes tamaños que se encuentran sobre un fondo, también de puntos, de distinto color que los del patrón. Los colores de la figura y del fondo se encuentran en la línea de confusión rojo-verde del diagrama de la CIE, de forma que crean confusión a las personas que tienen defectos de visión del color porque se encuentran dentro de la línea pseudoisocromática, mientras que permiten identificar el patrón a las personas sin alteración en la visión cromática<sup>33</sup>.



**Figura 14.** Test de Ishihara.  
Fuente. Elaboración propia.

Para identificar las discromatopsias del eje azul-amarillo se utilizó el test Lanthony Tritan Album. Este test consiste en 5 láminas en las que aparecen puntos de diferentes mezclas de colores formando un cuadrado. Dentro de éste hay otra serie de puntos de diferentes colores que forman un cuadrado más pequeño situado en una de las esquinas. El fundamento es que los círculos base utilizan mezclas de colores confundibles en las líneas de confusión azul-amarillo, mientras que los puntos que constituyen el cuadrado más pequeño utilizan mezclas de colores no confundibles para las personas con discromatopsia.



**Figura 15.** Test de color Lanthony Titan Album.  
Fuente. Elaboración propia.

### 5.3.8. Salud general y ocular

#### 5.3.8.1. Patologías sistémicas

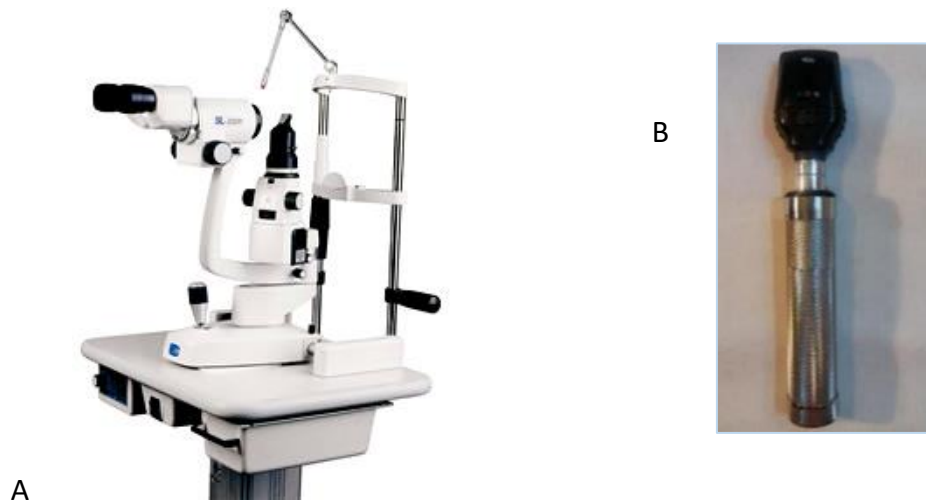
La información referente a las patologías sistémicas que manifestaron padecer los participantes del estudio se registró en los cuestionarios que formaron parte de la historia clínica.

#### 5.3.8.2. Tratamiento farmacológico

La información referente al tratamiento farmacológico que manifestaron seguir los participantes del estudio se registró en los cuestionarios como parte de la historia clínica.

#### 5.3.8.3. Salud ocular

La exploración del polo anterior del globo ocular y los anejos se efectuó mediante una lámpara de hendidura SL980 5X Essilor, para los participantes que eran capaces de mantener la cabeza apoyada en la mentonera. Para aquellos en los que no fue posible realizar la prueba en estas condiciones se realizó una valoración con un oftalmoscopio Welch Allyn 11720. Por otra parte, la evaluación del polo posterior del globo ocular se llevó a cabo mediante oftalmoscopia directa con el mismo oftalmoscopio.



**Figura 16.** A. Lámpara de hendidura modelo SL980 5X Essilor. B. Oftalmoscopio modelo 11720 Welch Allyn.  
Fuente. Elaboración propia.

#### 5.3.9. Análisis estadístico

Se utilizó la hoja de cálculo Microsoft Excel Microsoft Corporation, USA y el programa SPSS versión 22 para Windows.

#### 5.4. Método

La evaluación de los diferentes aspectos de la función visual que se han estudiado para esta tesis se ha realizado según las recomendaciones del fabricante y/o validadas por otros investigadores en trabajos semejantes publicados con anterioridad. Algunos de los participantes del grupo de JCD precisaron detalladas explicaciones, ensayos previos e incluso se dividió la exploración en varias sesiones para obtener datos fiables que pudieran servir para el diagnóstico preciso. No ha sido necesario realizar las pruebas de forma aleatoria debido a la independencia de los distintos aspectos de la función visual evaluados.

Se realizó un examen protocolizado de la función visual de los tres grupos según el siguiente orden y mediante la metodología optométrica habitual. En primer lugar, se determinó la compensación óptica habitual de aquellos participantes que acudieron a la cita con las gafas. Después, se midió el estado refractivo objetiva y subjetivamente, y



se determinó la compensación óptica óptima. A continuación, se valoró la AV en visión lejana y en visión próxima. Seguidamente, se valoró el estado de la visión binocular evaluando motilidad ocular, desviación ocular y visión estereoscópica. Posteriormente, se examinó la amplitud de acomodación y la visión del color. Finalmente, se observó el estado de los dioptrios y anejos oculares para descartar la existencia de signos compatibles con patologías oculares.

Se programaron diferentes sesiones de evaluación en función de los horarios de las actividades y disponibilidad de los participantes. En cada uno de los grupos los examinadores realizaron la misma prueba a todos los participantes.

### 5.4.1. Muestra

A través de la dirección de la Fundación Aprocór, para el grupo de JCD, se informó a las familias y/o a los tutores de las características y del objetivo de este trabajo y se solicitó, a quien estuviera interesado en la participación, la firma del consentimiento informado para la inclusión en el mismo. (Ver anexos 3 y 6. Información estudio y consentimiento informado).

Los grupos JSD y MSD se reclutaron informando verbalmente en las aulas de la Facultad de Óptica y Optometría de la UCM sobre la oportunidad de la participación en el estudio.

Todos los participantes, antes de someterse a la evaluación de la función visual firmaron el consentimiento informado. (Ver anexo 6. Consentimiento informado). Se instó a que todos aquellos que tuvieran compensación óptica la llevaran el día de la evaluación, incluso aunque habitualmente no la utilizaran.

### 5.4.2. Historia clínica

Tal y como se expuso en el apartado de material para este trabajo se diseñaron dos tipos de cuestionarios para el grupo de JCD. Se hicieron llegar los mismos con dos semanas de antelación a los familiares y a los profesionales, para que los entregaran al equipo de investigación cuando los hubieran cumplimentado, con el fin de preparar o

adaptar las sesiones de trabajo en las revisiones optométricas (Ver anexos 4 y 5. Cuestionario familia y cuestionario profesionales). En referencia a los cuestionarios de los JCD se solicitó información relativa de las características del puesto de trabajo o de las actividades académicas que desarrollaban, del tamaño de los objetos que manipulaban y de la facilidad o dificultad en el manejo de los mismos. En el cuestionario también se pidió que indicaran la predisposición y colaboración en anteriores revisiones visuales. La Fundación Aprocór puso a disposición del equipo de investigación los profesionales que fueron necesarios.

El objetivo fundamental de la recopilación de todos estos datos fue valorar si el modo de ejecución de las diferentes actividades que desarrollaban los participantes podía estar relacionado con un problema visual no resuelto. Los integrantes de los grupos de JSD y MSD completaron el cuestionario diseñado para ellos el día de la exploración.

#### 5.4.3. Estado refractivo

##### 5.4.3.1. Medida de la compensación óptica

La potencia de las lentes oftálmicas de las gafas se midió con el frontofocómetro y se registró, tanto para el ojo derecho como para el ojo izquierdo, el valor en forma esferocilíndrica, con cilindro negativo, así como el eje de éste. Además, también se registró la potencia de la adición en aquellos casos que tuvieran compensación óptica diferente para visión próxima.

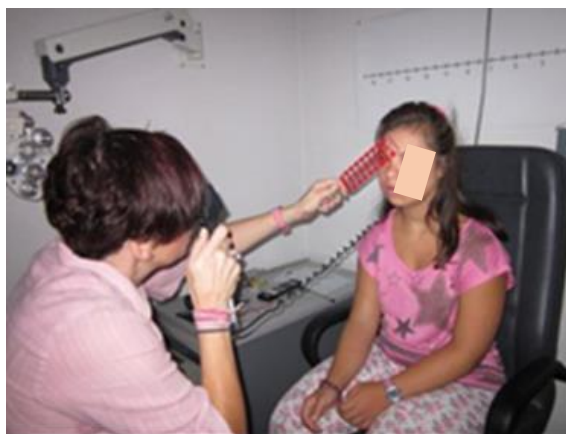
##### 5.4.3.2. Refracción objetiva

La refracción objetiva se realizó por dos procedimientos: con el autorrefractómetro y por medio de la retinoscopía estática. Es fundamental conocer de forma objetiva el valor del estado refractivo para posteriormente determinar, de manera subjetiva, la necesidad de la compensación óptica adecuada.

La medida con el autorrefractómetro se realizó pidiendo al participante, sin compensación óptica, que situara la barbilla y la frente apoyadas en los soportes del propio instrumento destinados a tal efecto. Para que se pudiera realizar la medida se

solicitó que mantuviera los ojos bien abiertos mirando al estímulo que se podía visualizar dentro del instrumento. Los resultados de la valoración obtenida por el instrumento se registraron en forma esferocilíndrica para el ojo derecho e izquierdo, anotando también el eje del cilindro.

La retinoscopía estática se realizó siguiendo el procedimiento habitual. Sin compensación óptica y sin ocluir ningún ojo, se pidió al participante que mirara a uno de los símbolos de menor AV del test de Lea colocado a una distancia de 3 m. El evaluador se situó a 50 cm frente al participante, manteniendo el retinoscopio con la mano derecha y observando, con su ojo derecho a través del instrumento, el ojo derecho del participante. Haciendo oscilar la franja luminosa y girando la misma sobre la pupila del participante en observación, se determinó la dirección de los ejes principales. A continuación, se procedió a neutralizar las sombras con las lentes de las reglas de retinoscopía, de cada uno de los dos meridianos principales. Se procedió de manera semejante para el ojo izquierdo. Al igual que se realizó con la medida de autorrefractómetro, para cada ojo se registraron los valores de esfera, cilindro y eje, teniendo en cuenta la distancia de trabajo del observador.

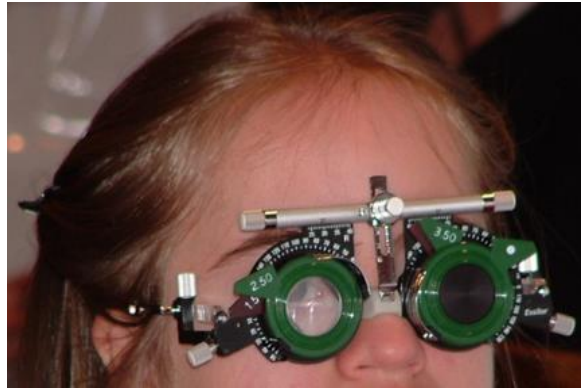


**Figura 17.** Realización de retinoscopía.  
Fuente. Elaboración propia.

#### 5.4.3.3. Refracción subjetiva

La refracción subjetiva se obtuvo partiendo de la refracción objetiva. Se procedió a buscar el valor de la lente oftálmica más positiva que permitiera obtener la mejor AV de la forma habitual utilizada en la práctica clínica. Primero se colocaron y ajustaron las gafas de prueba y posteriormente, se fueron interponiendo lentes esféricas hasta

conseguir la mejor AV de cada uno de los ojos. Si fue necesario se utilizaron lentes cilíndricas, cuya potencia y eje se afinaron con el cilindro cruzado de mano. Para cada caso se registró la fórmula esferocilíndrica de la compensación óptica óptima con la que el participante obtenía la mejor AV, tanto para visión lejana como visión cercana.



**Figura 18.** Refracción subjetiva con gafas de prueba y lentes oftálmicas.  
Fuente. Asociación Abre sus Ojos.

#### 5.4.4. Agudeza visual

En este estudio, a todos los participantes se midió la AV fotópica (condiciones de iluminación  $>10 \text{ cd/m}^2$ ) en dos situaciones, con la compensación óptica habitual y con la compensación óptica óptima.

Los grupos JSD y MSD estaban familiarizados con el método de evaluación de la AV por lo que no fue necesario ninguna adaptación ni variación en el procedimiento habitual. Sin embargo, a los participantes del grupo JCD se les explicó más detalladamente la prueba. Primero se mostró la tarjeta en la que se encuentran impresos los cuatro símbolos (cuadrado, círculo, casa y manzana (o corazón)) y se solicitó que los nombraran. Si esta respuesta no fue posible se mostró una a una las tarjetas en las que aparece un único símbolo de Lea y se pidió que señalaran el igual en la tarjeta de los cuatro símbolos (método de comparación). Cuando se consideró que habían entendido la prueba y se estimó que las respuestas podrían considerarse válidas se comenzó con la medida de la AV.

Para la medida de la AV en visión lejana el test se dispuso a 3 m según las indicaciones del fabricante del test. Manteniendo el ojo derecho del participante destapado y con el

oclusor o con el parche en el ojo izquierdo, se le pidió que fuera nombrando (o señalando) los símbolos que se le indicaban en el panel comenzando por los de valores de AV más pequeños; es decir, tamaño de los símbolos mayores. Se animó a que intentaran identificar símbolos pequeños, aunque les resultara difícil (método de elección forzada). Se procedió de igual forma para el ojo izquierdo (ocluyendo el ojo derecho) y posteriormente se realizó la medida con ambos ojos destapados. Los valores de AV se anotaron siguiendo las indicaciones de la notación logMAR y considerando que cada símbolo corresponde a 0,02 logMAR de AV. Seguidamente, se procedió de la misma manera para la medida de la AV en visión próxima situando el test a 40 cm. Se midió de forma monocular y de forma binocular, sin y con compensación óptica.



**Figura 19.** Evaluación de la agudeza visual en visión próxima.  
Fuente. Elaboración propia.

### 5.4.5. Visión binocular

#### 5.4.5.1. Motilidad ocular

La motilidad ocular se evaluó realizando suaves movimientos del cubo de Lang delante de la cara del participante a una distancia de 40 cm, explorando las posiciones diagnósticas de los músculos extraoculares. Se pidió que, binocularmente, lo siguiera intentando realizar sólo movimientos con los ojos, de forma que se pudiera evaluar si era capaz de efectuar seguimientos suaves sin participación de la cabeza ni del cuerpo y si existía alguna restricción en la musculatura extraocular. Se registró “sin alteración”, si los movimientos eran suaves, precisos y no había movimientos asociados de la cabeza

y/o el cuerpo y “con alteración” si no se cumplía alguno de los criterios anteriores. También se consideró “con alteración” la existencia de nistagmus.

#### 5.4.5.2. Desviación ocular

La desviación ocular se evaluó de forma objetiva con la linterna puntual, situándola a 33 cm y dirigiendo la luz hacia los ojos del participante. Se valoró la posición de los reflejos corneales y se estimó la desviación ocular mientras el participante miraba a la luz. En los casos en los que se observó desviación ocular se procedió a realizar la medida de la misma con las barras de prismas.

Para la medida de la alineación ocular en visión lejana mediante el procedimiento de cover test, se pidió al participante que se fijara en un símbolo del test Lea Symbols de AV de una línea superior a la de su mejor AV situado a 3 m. Para la medida en visión próxima el participante debía fijarse en uno de los símbolos de Lea de AV 0,10 logMAR mayor que su mejor AV en visión próxima.

La medida se realizó con la compensación óptica óptima. Cualquier desviación se neutralizó con barras de prismas. Se registraron todos los tipos de desviaciones, indicando si se trataba de foria o tropia, la dirección y la magnitud de las mismas en dioptrías prismáticas (DP). En caso de tropia, se anotó el ojo en el que estaba presente, si era alternante y si era constante o intermitente.

#### 5.4.5.3. Punto próximo de convergencia

La medida del punto próximo de convergencia (PPC) se determinó pidiendo al participante que mantuviera la fijación en uno de los símbolos del cubo de Lang presentado a 40 cm. Este se acercaba lentamente (1-2 cm/s) hacia el sujeto y se pidió que indicara cuando lo viera doble. A continuación, se acercó ligeramente un poco más y después, se retiró hasta que el sujeto indicó que volvía a ver el estímulo único. El punto de rotura se estableció, midiendo con la regla la distancia desde la cara del sujeto a la posición del cubo en la que indicó ver doble. El punto de recobro se estableció, midiendo con la regla la posición del cubo, desde la cara del sujeto a la posición en la que indicó volver a ver el símbolo único. Ambas medidas se registraron en centímetros.

### 5.4.5.4. Estereopsis

El test de estereopsis se presentó controlando que la iluminación fuera homogénea y fotópica ( $100 \text{ cd/m}^2$ ), siguiendo las instrucciones del fabricante. Los participantes utilizaron las gafas polarizadas que acompañan al test, sobre su compensación óptica, en caso de necesitarla. Se presentó el test a 40 cm de distancia frente a la cara del participante. De esta forma, se eliminaron los posibles brillos o reflejos en el test.

En primer lugar, se pidió al participante que se fijara en la imagen de la mosca y que intentara coger las alas de la misma. Si la respuesta fue correcta, se continuó con el test siguiente en el que el participante debía indicar, de cada una de las filas de animales A, B y C, cuál de los animales parecía verse en relieve. Si la respuesta en esta parte fue correcta se completó la prueba solicitando que de cada uno de los nueve grupos de círculos indicara el que veía en relieve. Se registró la agudeza estereoscópica alcanzada en segundos de arco (seg arc).



**Figura 20.** Evaluación de la estereoagudeza.  
Fuente. Elaboración propia.

### 5.4.6. Acomodación

La acomodación se midió por el método de alejamiento. Se midió monocularmente y portando la compensación óptica óptima que proporcionara la mejor AV. Para ello, se seleccionaron tarjetas con un único símbolo del test de Lea Symbols de tamaños diferentes, que se eligieron en función de la AV de cada participante.

El procedimiento consistió en presentar aleatoriamente uno de los cuatro símbolos del test de Lea Symbols (cuadrado, círculo, casa, manzana (o corazón)), de un tamaño 0,10 logMAR mayor que el de su mejor AV en visión próxima. Se presentó el estímulo a 4 cm delante del ojo examinado, mientras que el otro ojo permanecía tapado con el oclisor y se retiró hasta que el participante consiguió distinguir el símbolo correctamente. En ese punto, con una regla milimétrica, se midió la distancia en centímetros a la que identificó el estímulo. El cálculo de la amplitud de acomodación en dioptrías se realizó hallando la inversa de la distancia en metros. El procedimiento se repitió tres veces para cada ojo y el valor que se tuvo en cuenta para el análisis estadístico fue la media aritmética de los tres. Para los participantes del grupo de JCD, antes de la ejecución de la prueba se procedió a realizar un ensayo con diferentes estímulos para verificar que habían entendido la prueba y tener la certeza de que los resultados que se obtuvieran eran válidos.

#### 5.4.7. Visión del color

La evaluación de la visión de color se realizó siguiendo las indicaciones de distancia e iluminación del fabricante, ratificadas por otras investigaciones. El participante llevaba la compensación óptica que le proporcionaba la mejor AV.

El test de láminas de Ishihara se presentó a 75 cm. Se ocluyó el ojo que no se iba a evaluar y se solicitó que fuera nombrando los números que aparecían en cada una de las láminas. A los participantes que no tenían la capacidad de nombrar los números se les proporcionó un pincel para que repasaran los caminos que se presentan en algunas de las láminas del test.

El test Lanthony Tritan se presentó a 40 cm. Se pidió a cada participante que señalara la esquina del cuadrado que tenía puntos de diferente color.





**Figura 21.** Evaluación de la visión del color con el test Lanthony Tritan.  
Fuente. Elaboración propia.

### 5.4.8. Salud general y ocular

#### 5.4.8.1. Patologías sistémicas

La información referente a las patologías sistémicas que manifestaron padecer los participantes se solicitó mediante preguntas que se incluyeron en los cuestionarios destinados a obtener la información de la historia clínica.

#### 5.4.8.2. Tratamiento farmacológico

La información referente al tratamiento farmacológico que manifestaron seguir los participantes del estudio se obtuvo solicitando que completaran las preguntas que se presentaron en los cuestionarios como parte de la historia clínica.

#### 5.4.8.3. Salud ocular

La exploración del polo anterior del ojo y sus anejos se realizó con lámpara de hendidura según el procedimiento habitual. Se evaluó el estado de pestañas y parpados, conjuntiva, córnea, cámara anterior y cristalino empleando los tipos de iluminación y aumentos recomendados por los manuales de biomicroscopía.

La exploración del polo posterior se realizó sin instilar ningún fármaco. Se evaluó la transparencia de los medios oculares, el color y la integridad del fondo de ojo valorando el estado de la papila óptica, de la red vascular y del área macular.

Tanto para el polo anterior como para el polo posterior se registró cualquier alteración que pudiera ser compatible con alguna patología ocular y se informó de la necesidad de ser atendida por el profesional correspondiente.

#### 5.4.9. Análisis estadístico

El análisis estadístico fue desarrollado por el servicio de estadística de apoyo a la investigación de la Universidad Complutense de Madrid. Los datos obtenidos en cada uno de los procedimientos se transfirieron a una hoja de cálculo Microsoft Excel Microsoft Corporation, USA, diseñada de modo que cada variable se caracterizó en función del tipo de información de la que se tratara (cuantitativa o cualitativa). Algunas de las variables cuantitativas se transformaron y se categorizaron para una mejor explicación y comprensión de los resultados obtenidos.

Para realizar el análisis estadístico la hoja de cálculo se exportó a una base de datos SPSS versión 22 para Windows., Inc. Chicago IL. El tratamiento de los datos permitió analizar las características y particularidades de los participantes, calcular medias, desviaciones estándar (DE) y las diferencias y semejanzas entre los grupos. Para las variables cualitativas se calcularon las frecuencias absolutas y relativas de cada categoría. Además, se valoraron las diferencias intra-grupo al comparar los valores habituales de algunas de las variables con los resultados obtenidos tras la evaluación. Para las variables no paramétricas los resultados se analizaron con la prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes. Se consideró *p*-valor significativo al 95 % los valores < 0,05. En medidas repetidas los resultados obtenidos con la prescripción óptica habitual y la prescripción óptica óptima como factor intra-sujeto, se analizó mediante la corrección Green House-Geisser.



## RESULTADOS

---

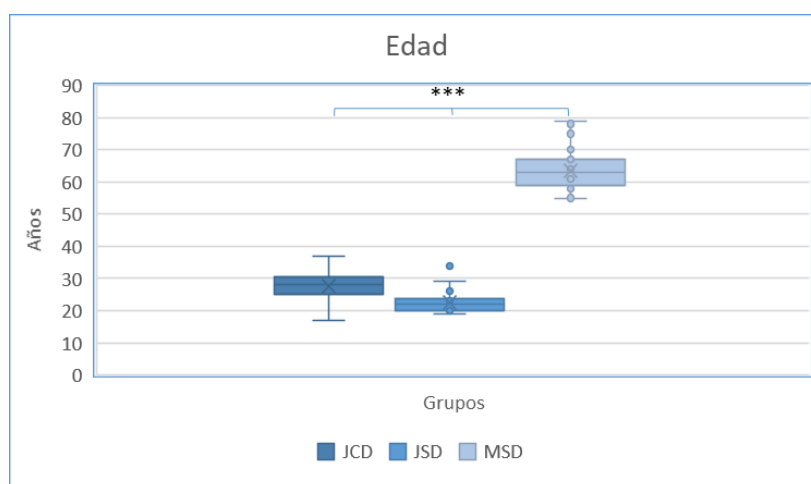


## 6. RESULTADOS

### 6.1. Características de la muestra

#### 6.1.1. Edad

El intervalo de edad de la totalidad de los participantes fue de 17 a 79 años. En el grupo de los JCD la edad media fue de  $27,62 \pm 3,91$  años (rango entre 17 y 35 años), en el grupo de los JSD fue de  $22,48 \pm 2,68$  años (rango entre 19 y 34 años) y por último en los MSD fue de  $63,47 \pm 5,76$  años (rango entre 55 y 79 años). El análisis estadístico mostró que existían diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) entre los tres grupos de estudio.



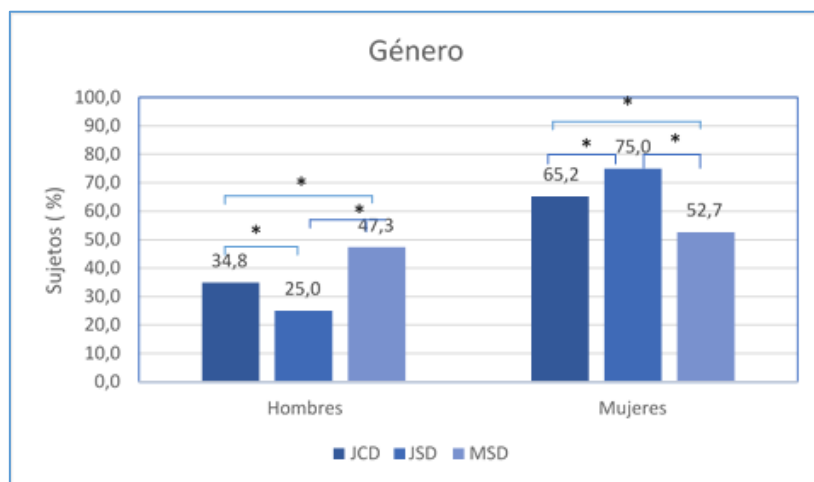
**Figura 22.** Diagrama de cajas y bigotes de la edad en cada uno de los grupos.

Las diferencias fueron significativas entre los tres grupos (\*\* $p < 0,001$ ).

JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.

#### 6.1.2. Género

En cuanto a la distribución por género, se debe indicar que en el grupo de los JCD hubo una prevalencia de mujeres del 65,2 %, en el grupo de los JSD del 75 % y en el grupo de los MSD del 52,7 %. El análisis estadístico mostró que las diferencias entre los tres grupos fueron significativas ( $p = 0,036$ ).



**Figura 23.** Distribución según el género en porcentaje en cada uno de los grupos de estudio.

Las diferencias fueron significativas entre los tres grupos (\* $p < 0,05$ ).

JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.

### 6.1.3. Tarea

Las tareas que realizaban los participantes se categorizaron en función de la distancia de ejecución, es decir, la distancia en la que la visión era más importante para realizar adecuadamente la tarea. Se clasificaron del siguiente modo:

- Tareas de visión lejana, aquellas que requieren buena visión a una distancia de 3 m o superior, como conducir, pasear, ver cine o televisión.
- Tareas de visión intermedia, aquellas que requieren buena visión a una distancia entre 0,6 m y 3 m, como trabajar en jardinería, clasificar, empaquetar, almacenar, trabajar con madera, realizar manualidades con elementos grandes o manejar el ordenador.
- Tareas de visión próxima, aquellas que requieren buena visión a una distancia inferior a 0,6 m, como leer, escribir o pintar.

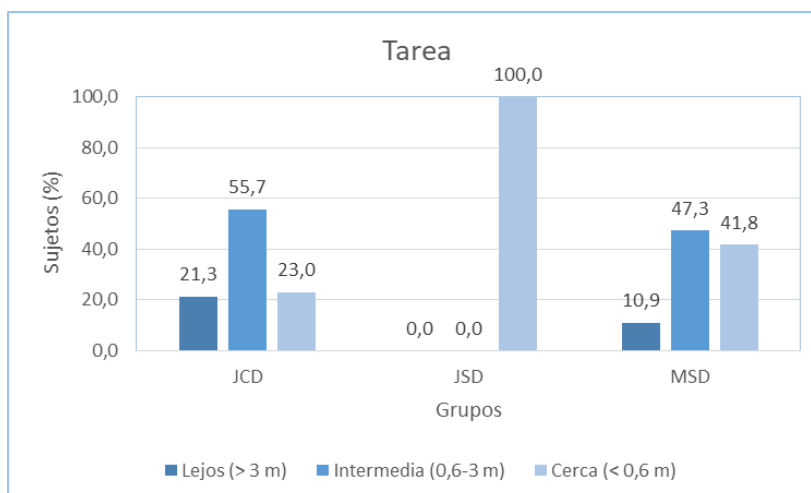
Posteriormente, la variable tarea se categorizó atendiendo a la frecuencia y duración de la actividad principal que realizaban en su vida diaria los participantes del estudio. Es decir, aunque realizaron tareas a diferentes distancias, la categoría se asignó en función de la actividad principal que desarrollaron de forma continua y, por tanto, la que tuvo la mayor exigencia visual durante el mayor número de horas.

El análisis estadístico mostró que existían diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) entre los tres grupos de estudio en referencia con el tipo de tareas que ejecutaron en su vida

diaria. Los JCD presentaron una frecuencia del 21,3 % frente al 10,9 % en el grupo de MSD en cuanto a las tareas de lejos, mientras que ninguno de los miembros del grupo de JSD indicó que las tareas de lejos fueran su actividad principal. En cuanto a las tareas de distancia intermedia, la prevalencia fue alta en los JCD y en los MSD con porcentajes de 55,7 % y de 47,3 % respectivamente. Tampoco se registró esta distancia como la principal en las actividades de su vida diaria del grupo de los JSD. Finalmente, el 100 % de los JSD indicaron que su actividad principal se realizó en distancia próxima frente al 23 % y al 41,8 % de los JCD y de los MSD respectivamente.

La figura 24 muestra los porcentajes de los sujetos en cada uno de los grupos según la distancia en la que realizaron las tareas principales (lejos, intermedia o cerca). Como puede observarse, más de la mitad de los jóvenes del grupo de JCD desarrollaron su actividad principal en distancia intermedia. Los demás miembros del grupo ejecutaron tareas en distancia lejana y próxima en porcentajes similares. En el grupo de JSD, todos los integrantes llevaron a cabo su actividad principal en distancia próxima. Como se ha comentado anteriormente, al tratarse de estudiantes, aunque también realizaron tareas como conducir, ir al cine o practicar algún deporte, su actividad principal la desarrollaron en distancia próxima. Finalmente, los miembros del grupo de MSD, aunque emplearon parte de su tiempo en pasear, en hacer ejercicio y en conducir; la mayoría del tiempo lo dedicaron a realizar manualidades, pintar y trabajar con ordenador. En resumen, para este grupo, al igual que para el de JCD, las tareas de distancia intermedia fueron las más frecuentes y ligeramente superiores a las actividades de cerca. En todos los grupos las tareas menos realizadas fueron aquellas en las que la visión lejana era más importante.





**Figura 24.** Porcentaje de sujetos de los grupos JCD, JSD y MSD con tareas para cada una de las distancias (lejos, intermedia y cerca) en las que desarrollaron su actividad principal.  
JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.

## 6.2. Estado refractivo

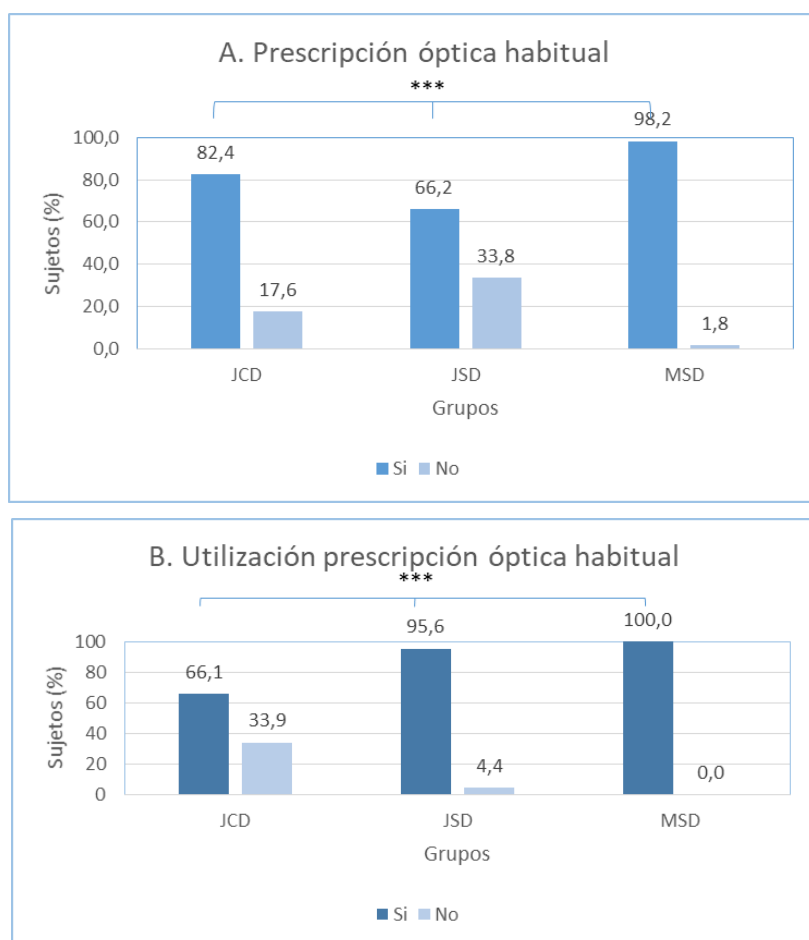
En relación con el estado refractivo, en primer lugar se registró la tenencia o no de compensación óptica, el valor de la potencia dióptrica de las lentes de la prescripción óptica habitual y posteriormente la magnitud de la compensación óptica óptima.

### 6.2.1. Compensación óptica habitual

En cuanto a la compensación óptica habitual se registró la existencia o ausencia de ésta y si la utilizaban habitualmente.

La prevalencia de compensación óptica en los JCD fue del 82,4 %, en los JSD la prevalencia fue inferior, alcanzando el 66,2 %, mientras que casi la totalidad de los integrantes del grupo de los MSD tenía prescripción óptica, alcanzando el 98,2 %. Los análisis estadísticos comparativos mostraron que existían diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) entre los tres grupos de estudio.

En cuanto al uso de la compensación óptica habitual, hay que indicar que el 33,9 % en el grupo de los JCD y el 4,4 % en el grupo de los JSD, no utilizaban habitualmente las gafas prescritas. En el caso de los mayores, todos los miembros del grupo hacían uso de la compensación óptica habitual. Las diferencias fueron significativas entre los tres grupos ( $p < 0,001$ ).



**Figura 25.** A. Porcentaje de sujetos en cada uno de los grupos que tenían compensación óptica habitual. B. Porcentaje de sujetos en cada uno de los grupos que utilizaba la compensación óptica habitual.

Las diferencias fueron significativas entre los tres grupos (\*\* $p < 0,001$ ).

JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.

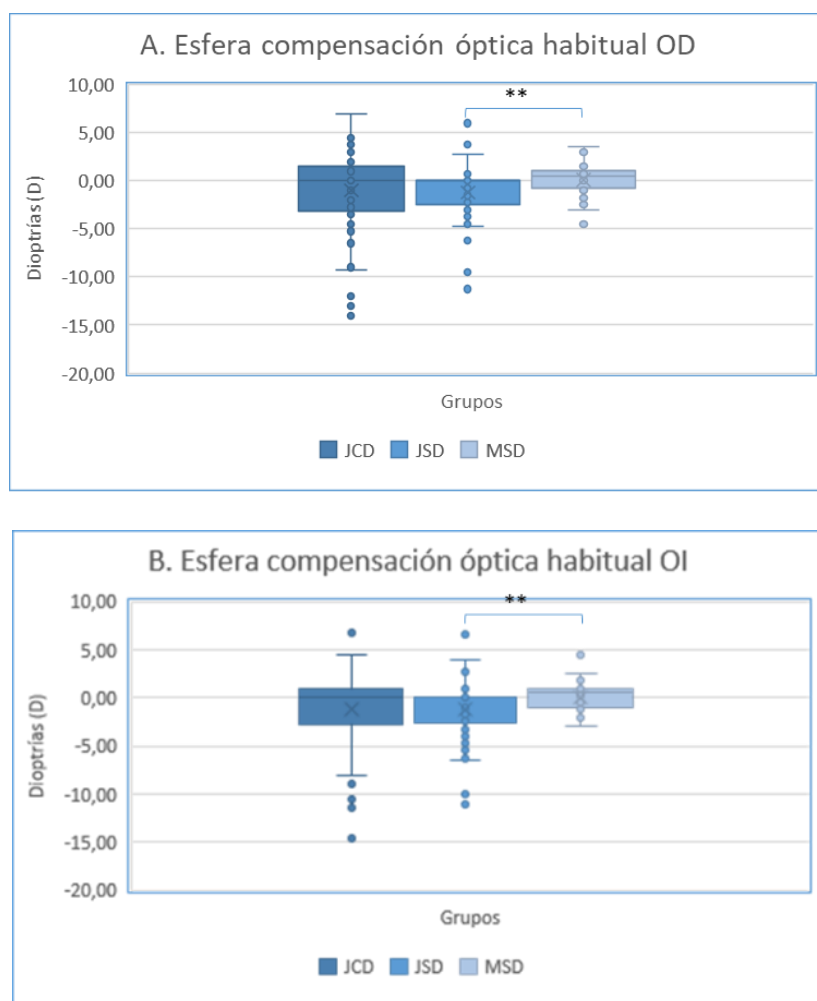
#### 6.2.1.1. Esfera

Con relación a la esfera de la compensación óptica habitual para visión lejana, para los ojos derechos los valores medios fueron  $-1,00 \pm 4,23$  D en los JCD (rango de  $+7,00$  D a  $-14,00$  D),  $-1,19 \pm 2,59$  D (rango de  $+6,00$  D a  $-11,25$  D) en el grupo de JSD y de  $+0,11 \pm 1,36$  D (rango de  $+3,50$  D a  $-4,50$  D) en los MSD. Los valores medios de la esfera de la compensación óptica habitual para los ojos izquierdos fueron similares, hallándose valores de  $-1,21 \pm 4,61$  D (rango de  $+7,00$  D a  $-14,50$  D), de  $-1,20 \pm 2,76$  D (rango de  $+6,50$  D a  $-11,00$  D) y de  $+0,12 \pm 1,29$  D (rango de  $+4,50$  D a  $-3,00$  D), en los grupos JCD, JSD y MSD respectivamente.

## RESULTADOS

Estos datos muestran que, mientras que los participantes del grupo de los JSD presentaron un valor medio miópico, el valor medio de la esfera de la prescripción óptica correspondiente de los MSD era positiva (hipermetrópico).

Los análisis estadísticos revelaron que existían diferencias significativas en los ojos derechos ( $p=0,002$ ) y en los ojos izquierdos ( $p=0,005$ ) entre los grupos de los JSD y de los MSD.



**Figura 26.** Diagramas de cajas y bigotes de los valores de la esfera de la compensación óptica habitual en cada uno de los grupos para los ojos derechos (A) e izquierdos (B).

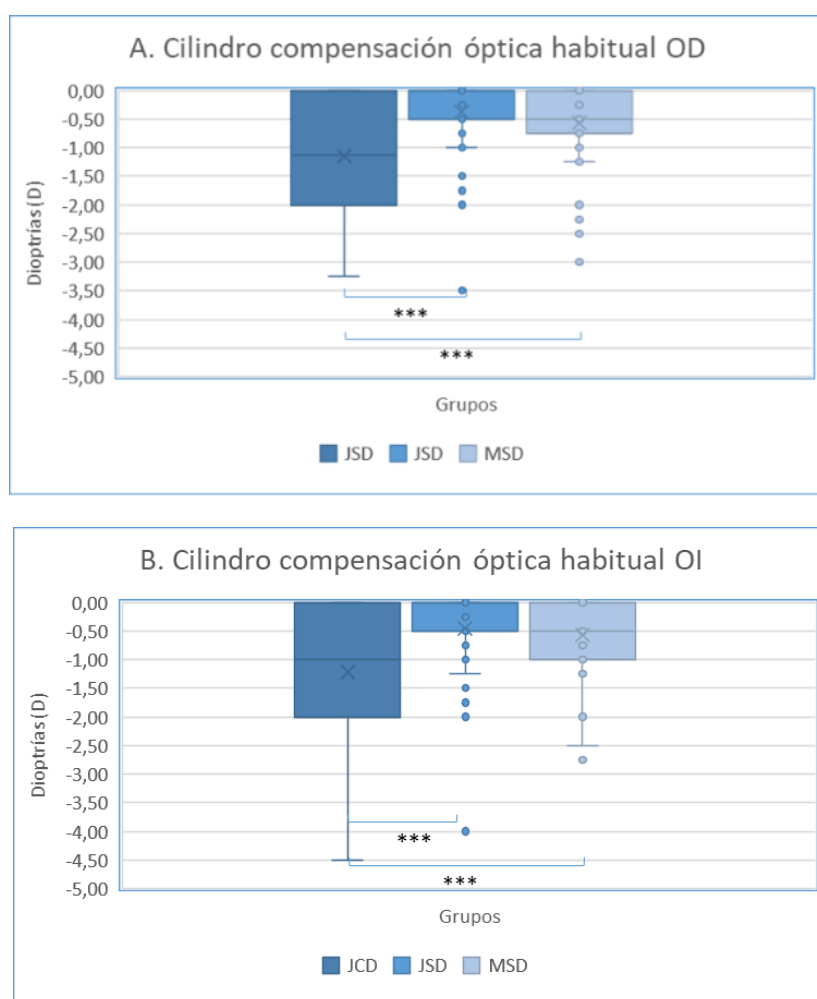
Las diferencias fueron significativas entre los JSD y los MSD (\*\* $p<0,01$ )

JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.  
OD: Ojo Derecho; OI: Ojo Izquierdo.

### 6.2.1.2. Cilindro

En cuanto al cilindro de la compensación óptica habitual los valores medios para los ojos derechos fueron  $-1,16 \pm 1,02$  D (rango de 0,00 D a -3,25 D) en el grupo de los JCD,

$-0,38 \pm 0,67$  D (rango de 0,00 D a -3,50 D) en el grupo de los JSD y  $-0,57 \pm 0,68$  D (rango de 0,00 D a -3,00 D) en el grupo de los MSD. Los análisis mostraron diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) entre los JCD y los otros dos grupos. El valor del cilindro hallado en los ojos izquierdos mostró diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) entre los JCD con un valor medio de cilindro  $-1,22 \pm 1,11$  D (rango de 0,00 D a -4,50 D) y los JSD con valor medio de  $-0,45 \pm 0,82$  D (rango de 0,00 D a -4,00 D). También se encontraron diferencias entre los JCD y los MSD, estos últimos con valores de  $-0,55 \pm 0,63$  D (rango de 0,00 D a -2,75 D).



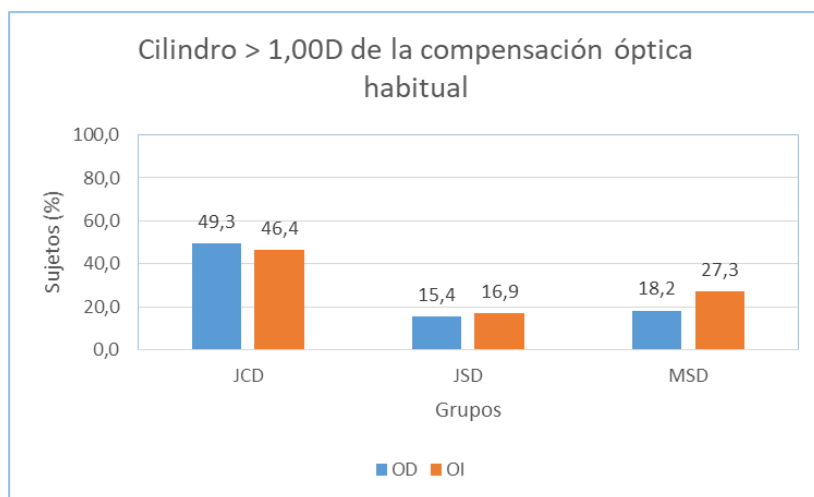
**Figura 27.** Diagramas de cajas y bigotes de los valores del cilindro de la compensación óptica habitual en cada uno de los grupos para los ojos derechos (A) e izquierdos (B).

Las diferencias fueron significativas entre los JCD y los otros dos grupos ( $***p < 0,001$ ).

JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.  
OD: Ojo Derecho; OI: Ojo Izquierdo.

En la compensación óptica habitual el 49,3 % de los ojos derechos y el 46,4 % de los ojos izquierdos del grupo de los JCD presentaron un astigmatismo superior a 1,00 D. En el grupo de los JSD los porcentajes que se observaron fueron de 15,4 % y 16,9 % para los

ojos derechos e izquierdos respectivamente. Finalmente, en el caso del grupo de los MSD el 18,2 % y el 27,3 % de los ojos derechos e izquierdos presentaron astigmatismo superior a 1,00 D.



**Figura 28.** Porcentaje de sujetos en cada uno de los grupos con astigmatismo superior a 1,00 dioptría. JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down. OD: Ojo Derecho; OI: Ojo Izquierdo.

### 6.2.1.3. Eje

El valor medio del eje del cilindro de la compensación óptica habitual mostró diferencias significativas para los ojos derechos ( $p < 0,001$ ) entre los JCD, siendo el valor medio de  $122,63 \pm 48,60$  grados y los MSD con valor medio  $58,47 \pm 67,32$  grados. Para los ojos izquierdos las diferencias significativas ( $p = 0,001$ ) se hallaron entre los JSD, con valor medio de  $103,28 \pm 56,82$  grados y los MSD, cuyo valor medio fue de  $52,14 \pm 64,14$  grados.

En este trabajo también se ha tenido en cuenta el tipo de astigmatismo y se categorizó según la orientación del eje del cilindro (directo, inverso u oblicuo). La primera categoría fue la que incluía la orientación entre 0 y 30 grados y entre 150 y 180 grados (directo), la segunda entre 61 y 120 grados (inverso) y la tercera entre 31 y 60 grados y entre 121 y 149 grados (oblicuo).

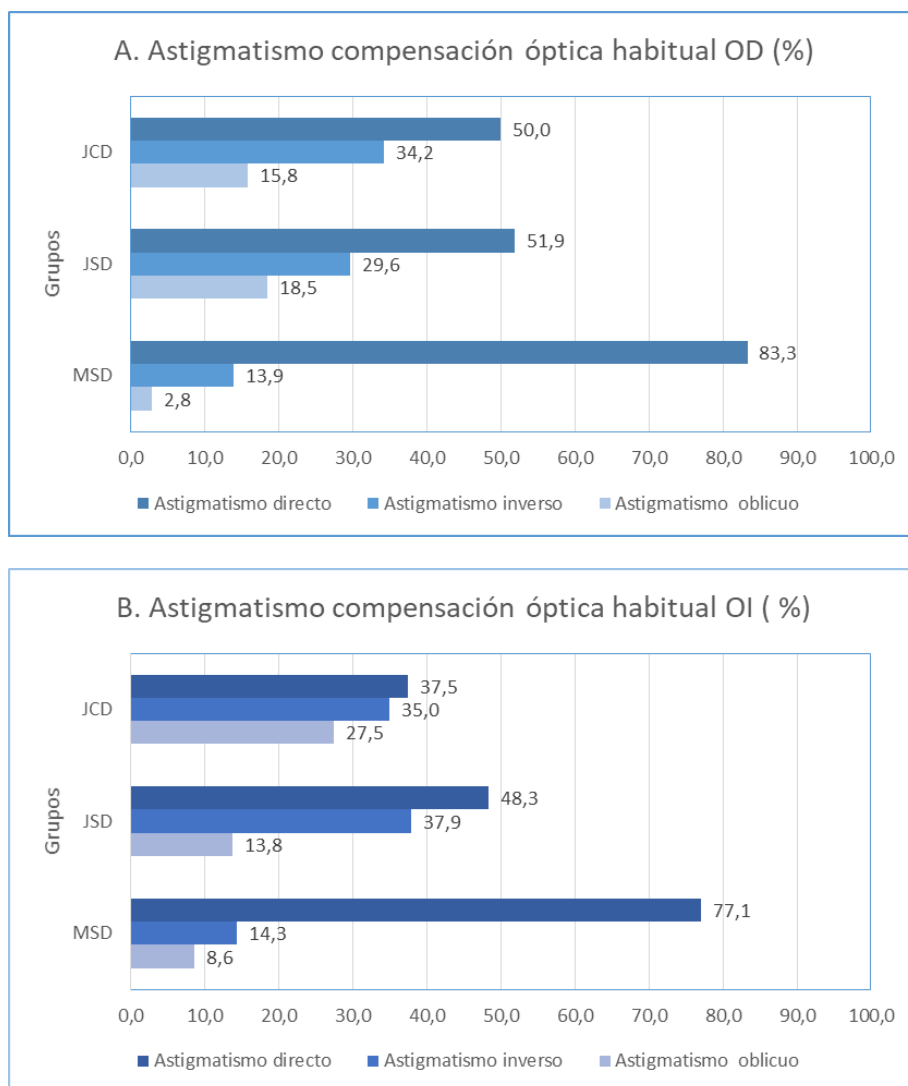
La prevalencia de astigmatismo directo de los ojos derechos, en los JCD y en los JSD fue del 50,0 % y del 51,9 % respectivamente. Estos datos con respecto al grupo de los MSD mostraron diferencias significativas ( $p = 0,025$ ), con una frecuencia del 83,3 % de astigmatismo directo. El astigmatismo inverso presentó una frecuencia del 34,2 % en el grupo de JCD, mientras que en los grupos de JSD y de MSD la frecuencia fue de 29,6 % y

de 13,9 % respectivamente. Para el astigmatismo oblicuo las frecuencias en los grupos de JCD y de JSD fueron del 15,8 % y 18,5 %, mientras que en el grupo de los MSD fue tan solo del 2,8 %.

Para el astigmatismo de los ojos izquierdos también se encontraron diferencias significativas ( $p=0,008$ ). En cuanto al astigmatismo directo, la frecuencia en el grupo de los JCD fue del 37,5 %, mientras que en el grupo de los JSD fue del 48,3 %. De igual modo sucedió en los ojos derechos la frecuencia en el grupo de los MSD fue muy alta, alcanzando un valor de 77,1 %. En cuanto al astigmatismo inverso, los JCD y los JSD presentaron una frecuencia del 35 % y del 37,9 %, respectivamente, siendo la de los MSD mucho menor, hallándose solamente en el 14,3 % de los casos. Finalmente, el astigmatismo oblicuo en el grupo de los JCD presentó una prevalencia del 27,5 %, mientras que en los grupos de JSD y de MSD las frecuencias fueron del 13,8 % y del 8,6 %, respectivamente.

Estos datos muestran que, tanto en los ojos derechos como en los ojos izquierdos, el grupo de MSD presentó una frecuencia de astigmatismo directo muy superior a los valores de los grupos de jóvenes (JCD y JSD). En cuanto al astigmatismo inverso, tanto en los ojos derechos como en los ojos izquierdos, en el grupo de JCD fue el tipo que se observó en mayor proporción. En el grupo de MSD, sin embargo, el número de participantes con astigmatismo inverso fue muy bajo. Para el astigmatismo oblicuo de los ojos derechos la incidencia fue similar en los dos grupos de jóvenes, siendo muy baja en el grupo de mayores. Para los ojos izquierdos el grupo de los JCD presentó una frecuencia bastante superior de astigmatismo oblicuo en comparación a la prevalencia en los otros dos grupos de estudio.

La figura 29 muestra el porcentaje de sujetos en cada uno de los grupos que presentaron astigmatismo directo, inverso y oblicuo en la compensación óptica habitual.

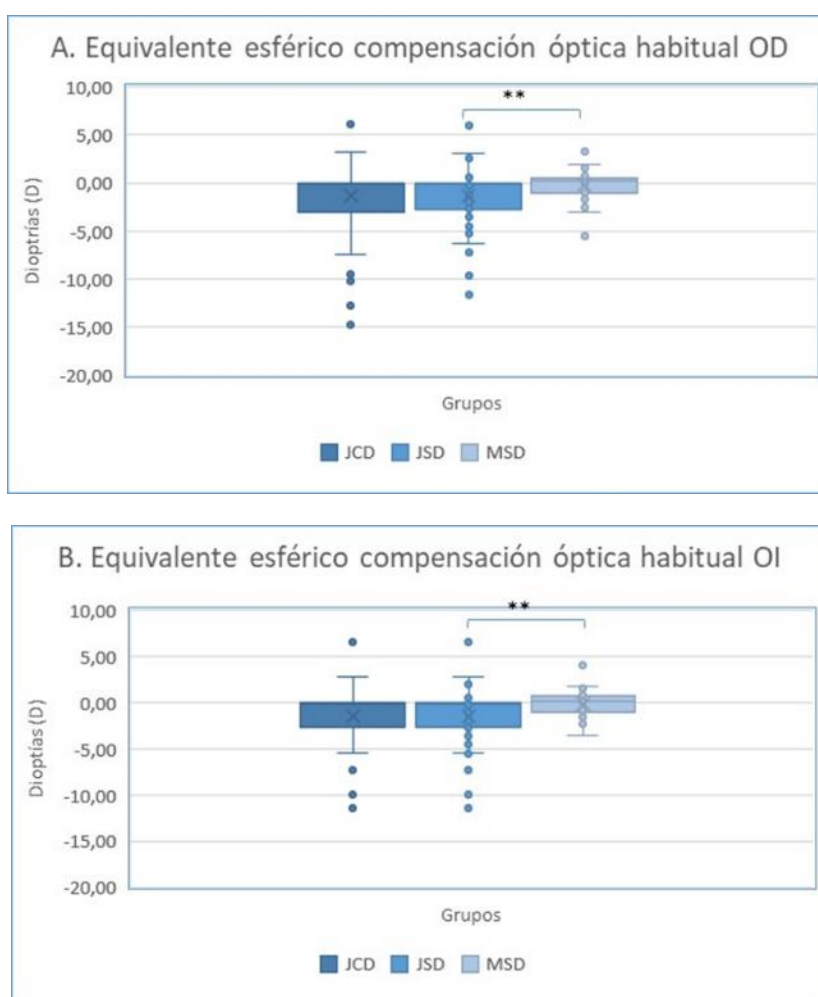


**Figura 29.** Porcentaje de sujetos en cada uno de los grupos según el tipo de astigmatismo (directo, inverso u oblicuo) de la prescripción óptica habitual para los ojos derechos (A) e izquierdos (B).  
JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.  
OD: Ojo Derecho; OI: Ojo Izquierdo.

#### 6.2.1.4. Equivalente esférico

El valor del equivalente esférico se calculó con los valores de la esfera y del cilindro para el ojo derecho y para el ojo izquierdo de cada uno de los participantes. Este valor se obtuvo sumando a la esfera la mitad del valor del cilindro, con el signo correspondiente. Los valores medios de los ojos derechos obtenidos fueron de  $-1,33 \pm 3,95$  D (rango de +6,13 D a -14,75 D) para los JCD, de  $-1,38 \pm 2,66$  D (rango de +6,00 D a -11,63 D) para los JSD y de  $-0,17 \pm 1,35$  D (rango de +3,25 D a -5,50 D) para los MSD. En los ojos derechos entre los JSD y los MSD existieron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,003$ ).

De igual manera, para los ojos izquierdos las diferencias del valor del equivalente esférico también fueron significativas entre los JSD y los MSD ( $p=0,007$ ), cuyos resultados alcanzaron valores de  $-1,43 \pm 2,83$  D (rango de +6,50 D a -11,38 D) y de  $-0,15 \pm 1,25$  D (rango de +4,00 D a -3,50 D) en cada grupo respectivamente. El análisis estadístico mostró, por tanto, que no existieron diferencias significativas en el equivalente esférico de la compensación habitual de los JCD frente a los JSD ni tampoco respecto a los MSD.



**Figura 30.** Diagramas de cajas y bigotes de los valores del equivalente esférico de la compensación óptica habitual en cada uno de los grupos para los ojos derechos (A) e izquierdos (B).

Las diferencias fueron significativas entre los JSD y MSD (\*\* $p<0,01$ ).

JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.  
OD: Ojo Derecho; OI: Ojo Izquierdo.

Para clasificar los errores refractivos, según la prescripción habitual que presentaron los participantes de este estudio, se establecieron rangos en función de la magnitud de



los mismos considerando solamente el valor del equivalente esférico. Se clasificaron del siguiente modo:

- Emotropía, valores entre +0,50 D y -0,50 D.
- Miopía leve, valores desde -0,75 D hasta -3,00 D.
- Miopía moderada, valores desde -3,25 hasta -5,00 D.
- Miopía alta, valores superiores a -5,00 D.
- Hipermetropía leve, valores desde +0,75 D hasta +3,00 D.
- Hipermetropía moderada, valores mayores de +3,25 D hasta +5,00 D.
- Hipermetropía alta, valores superiores a +5,00 D.

La mayoría de los sujetos estudiados en esta investigación presentaron valores de equivalente esférico de la compensación óptica habitual para los ojos derechos, en el rango considerado como emotropía (valores entre +0,50 D y -0,50 D). Las frecuencias fueron de 50,7 %, 47,1 % y 43,6 % para los grupos de los JCD, de los JSD y de los MSD, respectivamente.

En cuanto a los valores de miopía, destacó el 27,9 % de participantes del grupo de los JSD y el 32,7 % del grupo de los MSD, que presentaron un valor de equivalente esférico en el rango de -0,75 D hasta -3,00 D. Sólo el 7,2 % de los sujetos del grupo de los JCD se encontraron dentro de este rango. El porcentaje más alto para el rango de entre -3,25 D y -5,00 D se halló en el grupo de los JCD, alcanzando un 13,0 %. En el grupo de los JSD fue del 11,7%, mientras que ningún miembro del grupo de los MSD presentó equivalente esférico en este rango. En cuanto a los valores de miopía superiores a -5,00 D, en el grupo de los JCD se observó en el 10,1 % de los casos, en el 7,4 % de los del grupo de los JSD y en el 1,8 % de los MSD.

El valor medio de equivalente esférico hipermetrópico entre +0,75 D y +3,00 D más frecuente fue en el grupo de los MSD con el 20,0 %, seguido del grupo de los JCD alcanzando una frecuencia del 15,9 %. La frecuencia en el rango mayor de +3,00 D a +5,00 D fue del 1,7 %, y 1,9 % para los JCD y los MSD. Ningún sujeto del grupo JSD tenía valores en este rango. Valores superiores a +5,00 D sólo se encontraron en el 1,4 % en el grupo de los JCD y en el 1,5 % en el grupo de los JSD.

Por tanto, según la compensación óptica habitual para visión lejana, los ojos derechos de los participantes del grupo de JCD fueron emétopes en el 50,7 % de los casos, miopes en el 30,3 % e hipermétropes en el 19,0 %. Los integrantes del grupo de los JSD fueron emétopes el 47,1 %, miopes el 47,0 % de los casos e hipermétropes en el 5,9 %. Por último, en el grupo de los MSD fueron emétopes el 43,6 %, el 34,5 % miopes y el 21,9 % hipermétropes.

La tabla 4 muestra los porcentajes en cada uno de los rangos de equivalente esférico de los ojos derechos para cada uno de los grupos de estudio.

**Tabla 4.** Porcentaje de sujetos en cada uno de los grupos con valores de equivalente esférico de los ojos derechos según rangos de potencia dióptrica de la compensación óptica habitual.

JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.  
D: Dioptría.

Equivalente esférico de la compensación óptica habitual de los ojos derechos (%)							
	Miopía			Emetropía	Hipermetropía		
	Alta	Moderada	Leve		Leve	Moderada	Alta
Rango/ Grupo	> -5,00 D	-3,25 D a -5,00 D	-0,75 D a -3,00 D	+0,50 D a -0,50 D	+0,75 D a +3,00 D	+3,25 D a +5,00 D	> +5,00 D
JCD	10,1	13,0	7,2	50,7	15,9	1,7	1,4
JSD	7,4	11,7	27,9	47,1	4,4	0,0	1,5
MSD	1,8	0,0	32,7	43,6	20,0	1,9	0,0

Para los ojos izquierdos los valores de equivalente esférico de las compensaciones ópticas habituales de los participantes fueron en su mayoría en el rango de +0,50 D a -0,50 D (emetropía). En el grupo de los JCD la frecuencia fue del 44,9 %, en el grupo de los JSD del 47,1 % y en el grupo de los MSD del 32,8 %.

Los porcentajes de valores miópicos que se hallaron para el rango de equivalente esférico entre -0,75 D a -3,00 D fueron del 11,7 %, 23,5 % y de 32,7 % en los grupos de los JCD, de los JSD y de los MSD respectivamente. En el rango de -3,25 D hasta -5,00 D las frecuencias para los grupos de JCD, de JSD y de MSD fueron de 11,6 %, 10,2 % y 1,8 % respectivamente. Finalmente, los valores superiores a -5,00 D se obtuvieron en el 13,0

## RESULTADOS

% y el 11,8 %, para los grupos de JCD y de JSD, siendo estos resultados superiores a los de los ojos derechos.

En cuanto a valores hipermetrópicos, el 13,0 % de los sujetos del grupo de los JCD, el 5,9 % del grupo de los JSD y el 30,9 % en el grupo de los MSD, presentaron valores en el rango entre +0,75 D y +3,00 D. Las frecuencias en el rango de +3,25 D hasta +5,00 D fueron de 2,9 % de los sujetos del grupo de los JCD y el 1,8 % de los MSD. Valores superiores a +5,00 D, sólo se encontraron en el 2,9 % de los JCD y el 1,5 % de los JSD.

Se puede decir entonces, que la compensación óptica habitual de visión lejana de los ojos izquierdos de los participantes del grupo de JCD en los rangos considerados emetropía fue del 44,9 %, en el de miopía el 36,3 % y en el de hipermetropía el 18,8 %. Para los JSD el 47,1 % eran emétropes, el 45,5 % presentaron miopía y el 7,4 % mostraron valores hipermetrópicos. En el caso de MSD el 32,8 % de los ojos izquierdos se encontraron dentro de los valores considerados como emetropía, el 34,5 % tenían valores miópicos y el 32,7 % valores hipermetrópicos.

La tabla 5 muestra los porcentajes en cada uno de los rangos de equivalente esférico de los ojos izquierdos en cada uno de los grupos de estudio.

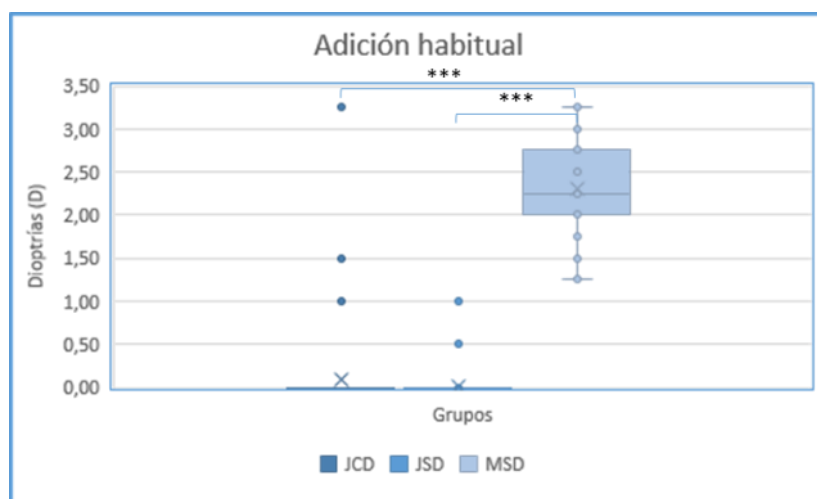
**Tabla 5.** Porcentaje de sujetos en cada uno de los grupos con valores de equivalente esférico de los ojos izquierdos según rangos de potencia dióptrica de la compensación óptica habitual.

JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.  
D: Dioptría.

Equivalente esférico de la compensación óptica habitual de los ojos izquierdos (%)							
	Miopía			Emetropía	Hipermetropía		
	Alta	Moderada	Leve		Leve	Moderada	Alta
Rango/ Grupo	> -5,00 D	-3,25 D a -5,00 D	-0,75 D a -3,00 D	+0,50 D a -0,50 D	+0,75 D a +3,00 D	+3,25 D a +5,00 D	> +5,00 D
JCD	13,0	11,6	11,7	44,9	13,0	2,9	2,9
JSD	11,8	10,2	23,5	47,1	5,9	0,0	1,5
MSD	0,0	1,8	32,7	32,8	30,9	1,8	0,0

## 6.2.1.5. Adición

La compensación óptica habitual que utilizaban para visión próxima se registró en los casos en los que tenían diferente compensación óptica para cerca. La adición se determinó por diferencia entre la graduación de cerca y la de lejos. Los análisis mostraron diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) entre los grupos de JCD y JSD, con valores de adición muy bajos,  $0,10 \pm 0,4$  D (rango de 0,00 D a +3,25 D) y de  $0,02 \pm 0,1$  D (rango de 0,00 D a +1,00 D) respectivamente y el grupo de los MSD. En el grupo de los MSD, como era de esperar debido a la edad, fue muy superior, alcanzando un valor medio de  $2,31 \pm 0,5$  D (rango de +1,25 D a +3,25 D).



**Figura 31.** Diagramas de cajas y bigotes de los valores de la adición habitual en cada uno de los grupos.

Las diferencias fueron significativas entre los JCD y MSD y entre los JSD y MSD (\*\* $p < 0,001$ ).

JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.

## 6.2.2. Compensación óptica óptima

Para obtener la prescripción óptima, se evaluó el estado refractivo mediante el examen optométrico objetivo y el subjetivo.

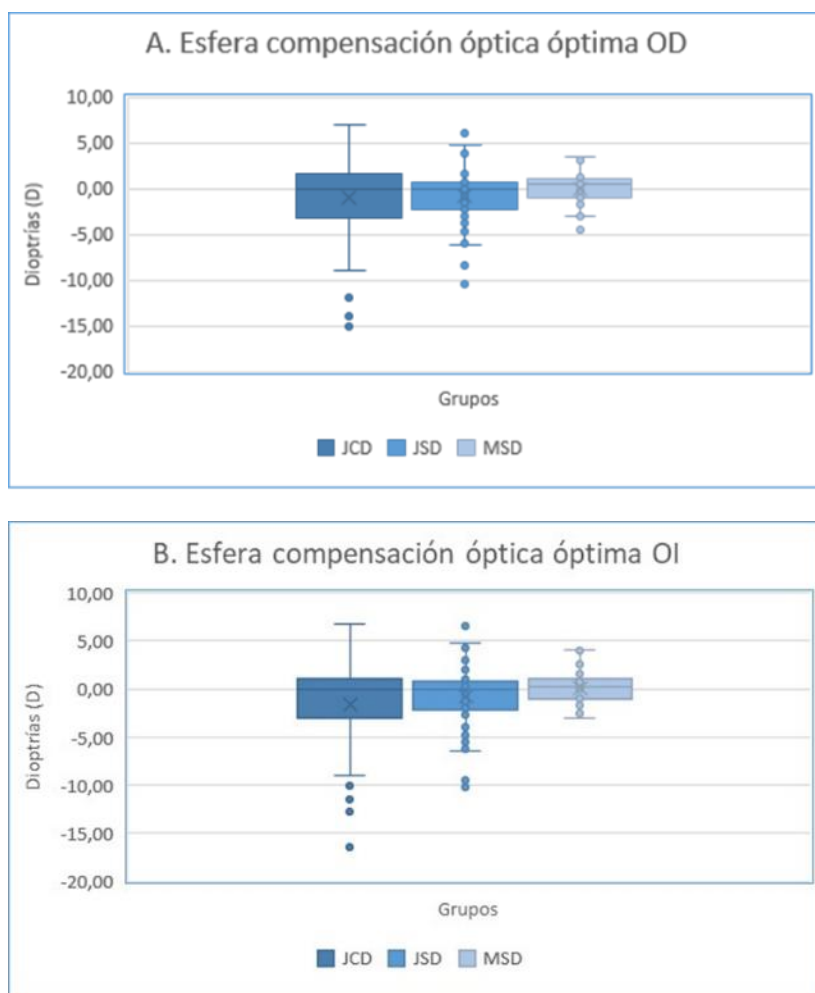
## 6.2.2.1. Esfera

El valor de la esfera de la refracción óptica óptima de visión lejana no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos de estudio, ni para los ojos derechos ( $p = 0,247$ ), ni para los ojos izquierdos ( $p = 0,129$ ).

Los valores medios de esfera de los ojos derechos para cada uno de los grupos fueron de  $-1,05 \pm 4,2$  D (rango de +7,00 D a -15,00 D) en el grupo de los JCD, de  $-0,82 \pm 2,6$  D

(rango de +6,00 D a -10,50 D) en el grupo de los JSD y de  $0,00 \pm 1,4$  D (rango de +3,50 D a -4,50 D) en el grupo de los MSD. El valor medio de los ojos izquierdos fue ligeramente más negativo respecto de los ojos derechos en el grupo de los JCD, alcanzado un valor de  $-1,62 \pm 4,5$  D (rango de +6,75 D a -16,50 D) y más positivo en los grupos de los JSD y de los MSD, alcanzado valores de  $-0,75 \pm 2,9$  D (rango de +6,50 D a -10,25 D) y  $0,09 \pm 1,4$  D (rango de +4,00 D a -3,00 D) respectivamente.

La figura 32 muestra el diagrama de cajas de los valores de esfera de la compensación óptica óptima para los ojos derechos y para los ojos izquierdos de cada uno de los grupos.



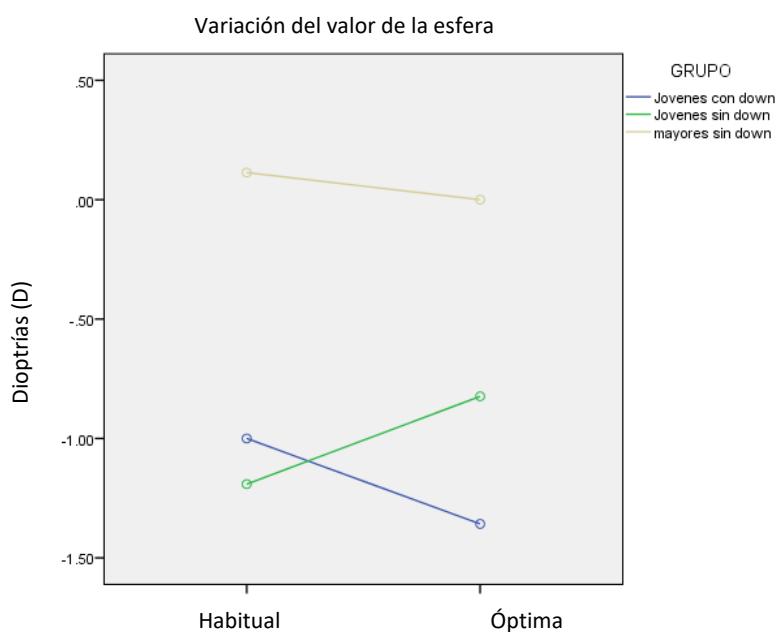
**Figura 32.** Diagramas de cajas y bigotes de los valores de la esfera de la compensación óptica óptima en cada uno de los grupos para los ojos derechos (A) e izquierdos (B).

Las diferencias no fueron significativas.

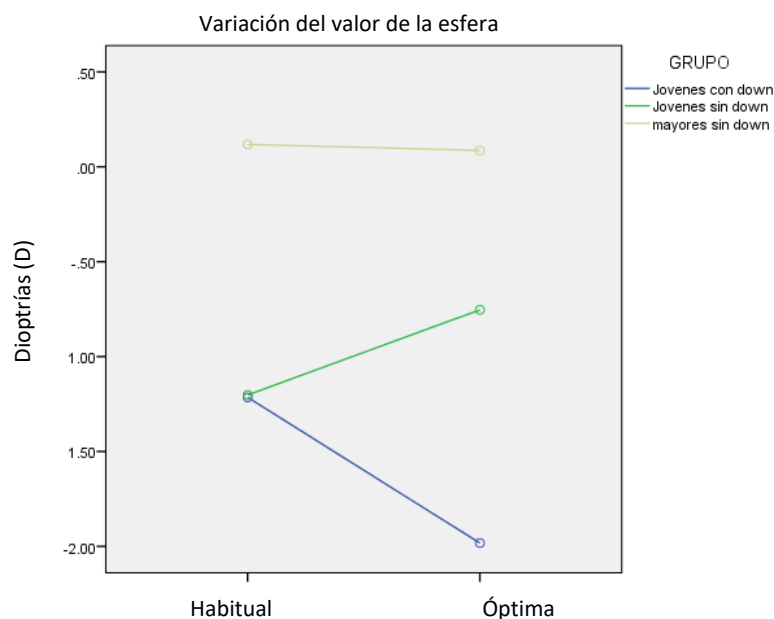
JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.

OD: Ojo Derecho; OI: Ojo Izquierdo.

Comparando el valor de la esfera de la compensación habitual con la de la compensación óptica óptima para visión lejana tras el examen refractivo se hallaron diferencias significativas. En el grupo de los JCD y de los MSD el valor medio de la esfera para los ojos derechos presentó valores más negativos ( $p=0,048$  y  $p=0,011$ ), mientras que para los JSD los valores fueron más positivos ( $p<0,001$ ). Para los ojos izquierdos en el grupo de los JCD hubo una disminución estadísticamente significativa ( $p=0,021$ ), mientras que en el grupo de los JSD se produjo un incremento también estadísticamente significativo ( $p<0,001$ ). En el grupo de los MSD no existieron diferencias significativas ( $p=0,711$ ). Las figuras 33 y 34 muestran las líneas de variación del valor medio de la esfera de la compensación óptica de los tres grupos estudiados de los ojos derechos y de los ojos izquierdos.



**Figura 33.** Variación del valor de la esfera de la compensación óptica de los ojos derechos en cada uno de los grupos.

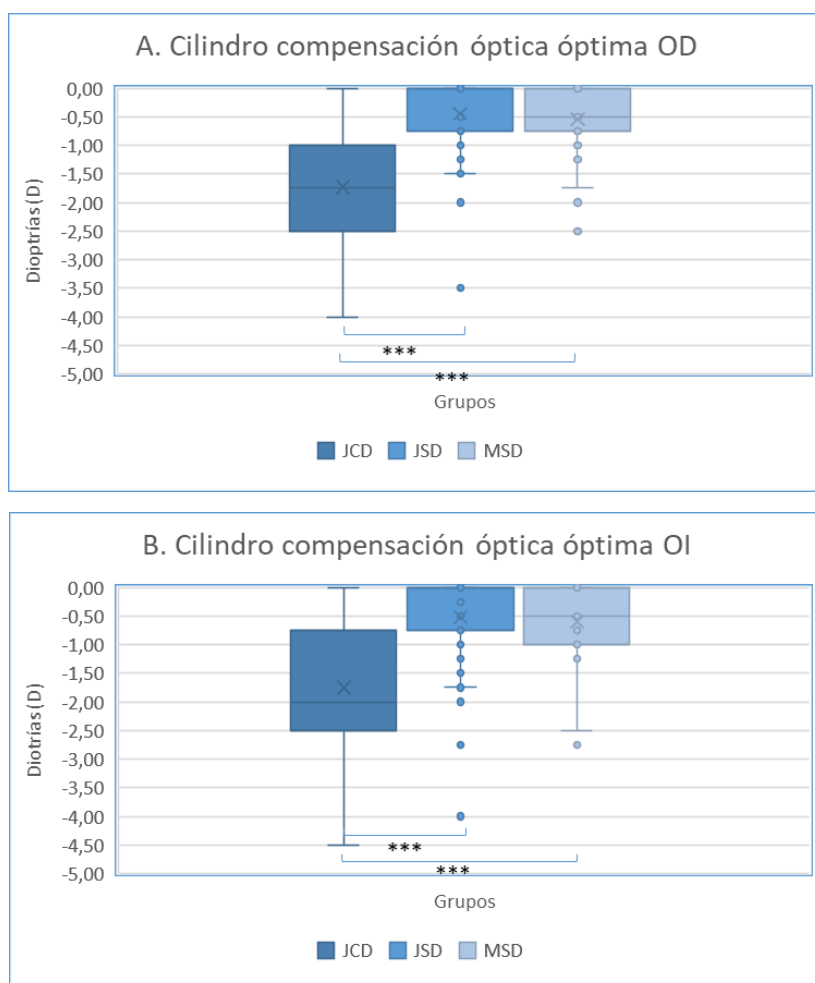


**Figura 34.** Variación del valor de la esfera de la compensación óptica de los ojos izquierdos en cada uno de los grupos.

#### 6.2.2.2. Cilindro

El valor medio de la potencia del cilindro de la compensación óptica óptima para visión lejana en los ojos derechos mostró diferencias significativas ( $p < 0,001$ ). Las diferencias se encontraron entre los JCD cuyo valor medio de cilindro fue de  $-1,73 \pm 1,0$  D (rango de 0,00 D a -4,00 D) y los MSD con valor medio de cilindro de  $-0,55 \pm 0,6$  D (rango de 0,00 D a -2,50 D). Además, también se obtuvieron diferencias entre los JCD y los JSD, con valor medio estos últimos de  $-0,45 \pm 0,6$  D (rango de 0,00 D a -3,50 D).

Para los ojos izquierdos, las diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) se presentaron entre los JCD, cuyo valor de potencia cilíndrica fue de  $-1,75 \pm 1,1$  D (rango de 0,00 D a -4,50 D) y los MSD con valores de  $-0,60 \pm 0,6$  D (rango de 0,00 D a -2,75 D). Por otro lado, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ) entre los JCD y los JSD con valores de cilindro  $-0,53 \pm 0,9$  D (rango de 0,00 D a -5,25 D), para estos últimos.



**Figura 35.** Diagramas de cajas y bigotes de los valores del cilindro de la compensación óptica óptima en cada uno de los grupos para los ojos derechos (A) e izquierdos (B).

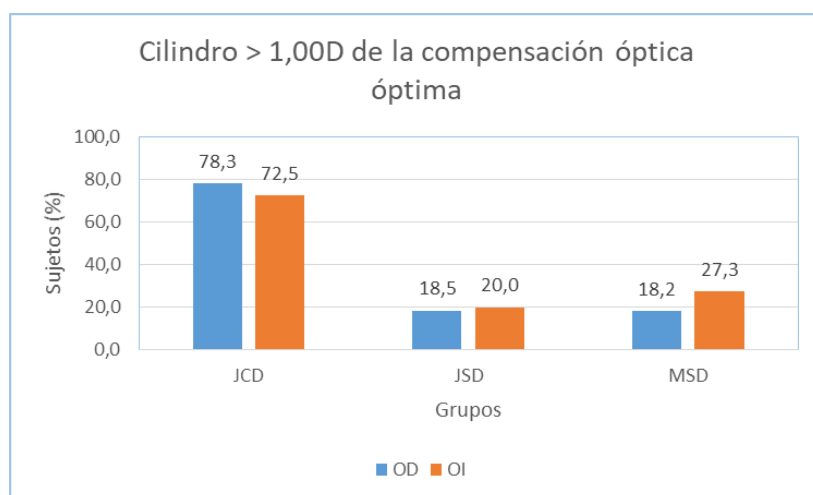
Las diferencias fueron significativas entre los JCD y los otros dos grupos (\*\* $p < 0,001$ ).

JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.

OD: Ojo Derecho; OI: Ojo Izquierdo.

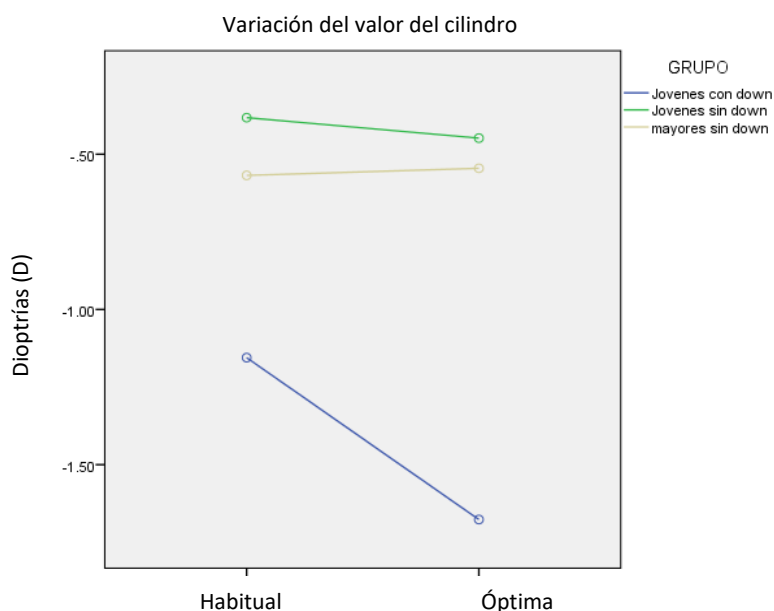
La compensación óptica óptima mostró que el 78,3 % de los ojos derechos y el 72,5 % de los ojos izquierdos del grupo de los JCD tenían un astigmatismo superior a 1,00 D. En el grupo de los JSD los porcentajes que se observaron fueron de 18,5 % y 20,0 % para los ojos derechos e izquierdos respectivamente. Finalmente, en el caso del grupo de los MSD el 18,2 % y el 27,3 % de los ojos derechos e izquierdos presentaron astigmatismo superior a 1,00 D.



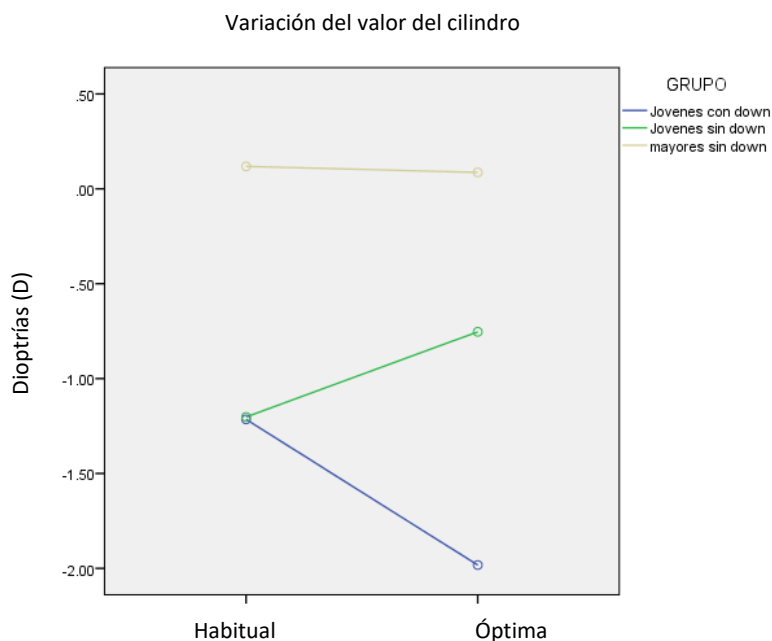


**Figura 36.** Porcentaje de sujetos en cada uno de los grupos con astigmatismo superior a 1,00 dioptría. JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down. OD: Ojo Derecho; OI: Ojo Izquierdo.

Como se puede observar en la figura 37 el valor de la magnitud del cilindro de los ojos derechos disminuyó significativamente ( $p<0,001$  y  $p=0,041$ ) en los grupos de los JCD y de los JSD, con relación a la prescripción óptica habitual. En cuanto a los ojos izquierdos, también hubo diferencias en la variación que experimentó el valor del cilindro ( $p<0,001$ ). La variación del cilindro en los grupos de los JCD y de los MSD mostró una disminución significativa ( $p<0,001$  y  $p=0,011$  respectivamente), mientras que en el grupo de los JSD no hubo diferencias significativas ( $p=0,091$ ).



**Figura 37.** Variación del valor del cilindro de los ojos derechos de la prescripción óptica.



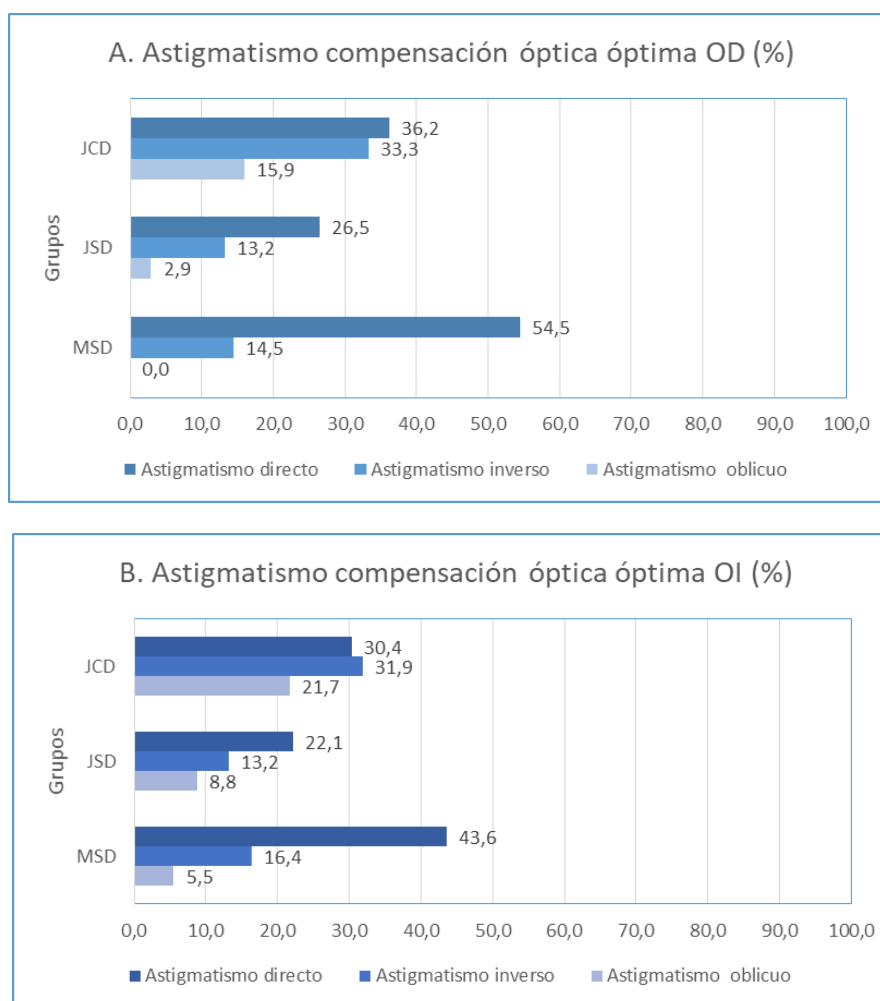
**Figura 38.** Variación del valor del cilindro de los ojos izquierdos de la prescripción óptica.

#### 6.2.2.3. Eje

En cuanto al eje del cilindro de la compensación óptica óptima, se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) entre los grupos de estudio.

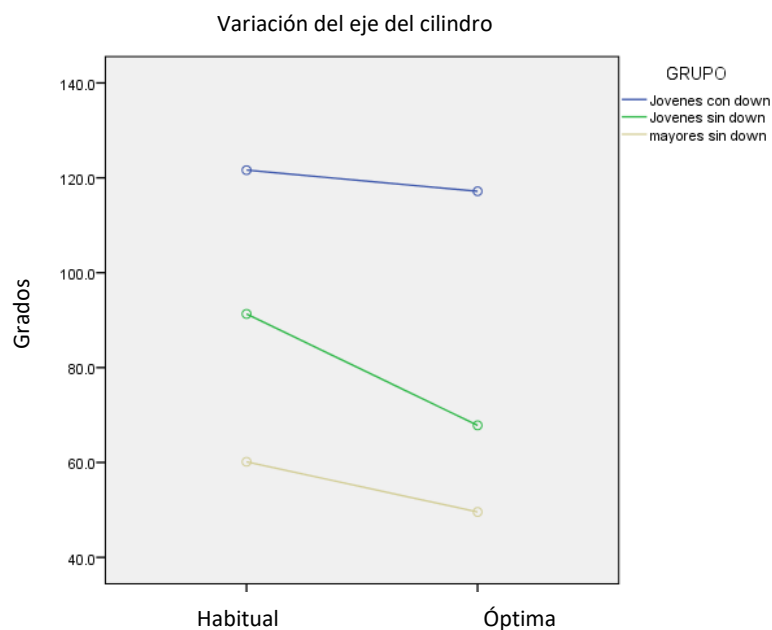
Del mismo modo que el astigmatismo de la prescripción habitual se categorizó según la orientación del eje del cilindro (directo, inverso u oblicuo). La primera categoría fue la que incluía la orientación entre 0 y 30 grados y entre 150 y 180 grados (directo), la segunda entre 61 y 120 grados (inverso) y la tercera entre 31 y 60 grados y entre 121 y 149 grados (oblicuo).

La figura 39 muestra los porcentajes de sujetos de cada uno de los grupos según la orientación del cilindro que presentaron en la prescripción óptica óptima para los ojos derechos e izquierdos.

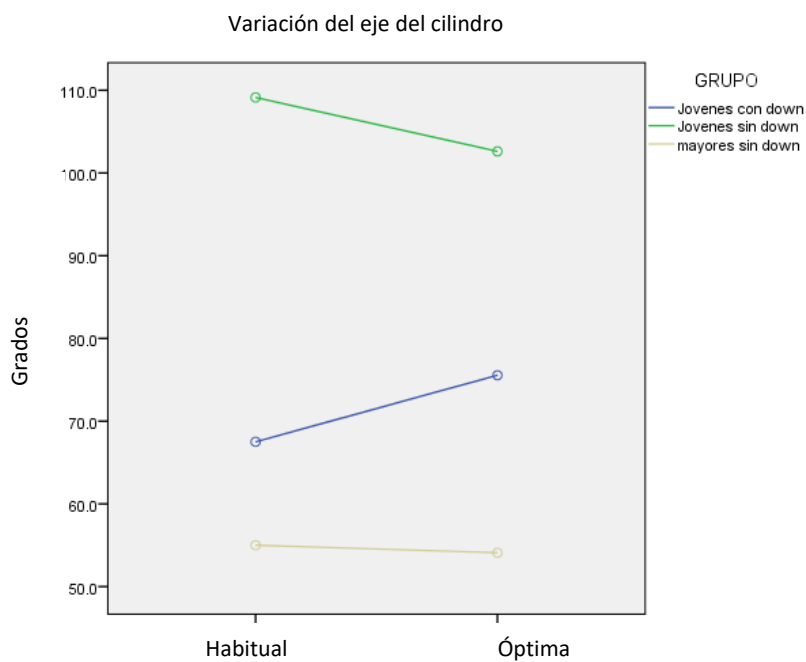


**Figura 39.** Porcentaje de sujetos en cada uno de los grupos según el tipo de astigmatismo de la compensación óptica óptima (directo, inverso u oblicuo) de los ojos derechos (A) e izquierdos (B).  
JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.  
OD: Ojo Derecho; OI: Ojo Izquierdo.

Las figuras 40 y 41 muestran las variaciones de los valores medios de la orientación del eje del astigmatismo de la compensación óptica habitual y la óptima tras el examen refractivo para los ojos derechos e izquierdos para cada uno de los grupos de estudio.



**Figura 40.** Variación del eje del cilindro de los ojos derechos de la compensación óptica.



**Figura 41.** Variación del eje del cilindro de los ojos izquierdos de la compensación óptica.

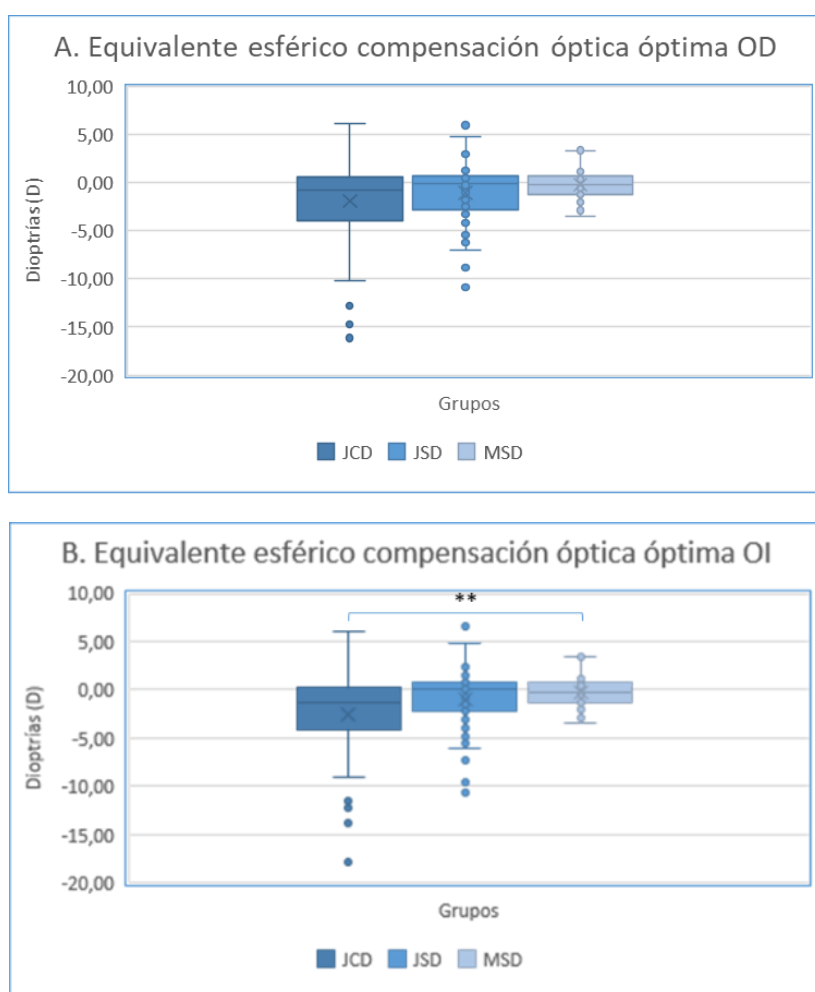
#### 6.2.2.4. Equivalente esférico

En cuanto al equivalente esférico (resultante de la suma del valor de la esfera y la mitad del valor del cilindro) de los ojos derechos de la prescripción óptica óptima para visión lejana, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,083$ ) entre los tres grupos de estudio. Los valores que se obtuvieron fueron  $-1,92 \pm 4,2$  D (rango de

## RESULTADOS

+6,13 D a -16,13 D),  $-1,05 \pm 2,7$  D (rango de +6,00 D a -10,88 D) y  $-0,27 \pm 1,4$  D (rango de +3,00 D a -5,50 D) para los grupos de los JCD, de los JSD y de los MSD respectivamente.

Se encontraron diferencias significativas ( $p=0,009$ ) entre los JCD y los MSD en el valor del equivalente esférico de los ojos izquierdos, alcanzado la magnitud de  $-2,49 \pm 4,52$  D (rango de +6,00 D a -17,75 D) para los primeros y de  $-0,21 \pm 1,38$  D (rango de +3,38 D a -3,50 D) para los segundos.



**Figura 42.** Diagramas de cajas y bigotes de los valores del equivalente esférico de la compensación óptica óptima en cada uno de los grupos para los ojos derechos (A) e izquierdos (B).

Las diferencias fueron significativas en los ojos izquierdos entre los JCD y MSD (\*\* $p<0,01$ ).

JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.  
OD: Ojo Derecho; OI: Ojo Izquierdo.

Hay que indicar que la variación del equivalente esférico mostró diferencias significativas. En el grupo de los JCD el equivalente esférico disminuyó de forma significativa ( $p<0,001$ ), al igual que ocurrió en el grupo de los MSD ( $p=0,023$ ). Sin embargo, en el grupo de los JSD hubo un aumento significativo del valor del equivalente

esférico para los ojos derechos. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,009$ ) entre los JCD y los MSD en el valor del equivalente esférico de los ojos izquierdos, alcanzado la magnitud de  $-2,49 \pm 4,5$  D (rango de  $+6,00$  D a  $-17,75$  D) para los primeros y  $-0,21 \pm 1,38$  D (rango de  $+3,38$  D a  $-3,50$  D) para los segundos. Al igual que sucedió en los ojos derechos, también hubo diferencias significativas en el comportamiento de la variación del equivalente esférico de los ojos izquierdos entre los grupos de estudio. En el grupo de los JCD se produjo una disminución ( $p=0,001$ ), en el grupo de los JSD un aumento ( $p<0,001$ ) y ninguna variación en el grupo de los MSD ( $p=0,452$ ).

Para clasificar los errores refractivos que presentaron los participantes de este estudio, se establecieron rangos según la magnitud de los mismos considerando el equivalente esférico. Se clasificaron del mismo modo que se hizo para la compensación óptica habitual.

Una vez realizado el examen del estado refractivo, los resultados que se obtuvieron como valores medios del equivalente esférico fueron diferentes a los encontrados en la compensación óptica habitual. Para los ojos derechos, en el rango considerado como emetropía (valores entre  $+0,50$  D y  $-0,50$  D) el 24,6 % de los integrantes del grupo de los JCD presentaron este error refractivo. En el grupo de los JSD el 30,9 % y en el grupo de los MSD el 38,2 % de los participantes presentaron valores dentro de este rango.

En cuanto a los valores de miopía entre  $-0,75$  D hasta  $-3,00$ , el 30,9 % de los participantes del grupo de los MSD, el 25,0 % del grupo de los JSD y el 23,2 % de los sujetos del grupo de los JCD presentaron un valor de equivalente esférico en ese rango. En el grupo de los JCD se encontraron valores entre  $-3,25$  D hasta  $-5,00$  D en el 11,6 % de los casos. Similar fue el porcentaje hallado en el grupo de los JSD, siendo del 11,8 %. En el grupo de los MSD, sólo el 1,8 % presentó equivalente esférico en este rango. En cuanto a los valores de miopía superiores a  $-5,00$  D, en el grupo de los JCD se observó en el 16,1 % de los casos, en el 7,2 % de los del grupo de los JSD y en el 1,8 % en el grupo de los MSD.

El valor medio del equivalente esférico hipermetrópico desde  $+0,75$  D hasta  $+3,00$  D fue más frecuente en el grupo de MSD llegando al 27,3 %, seguido del grupo de JSD con

una frecuencia del 22,1 % y finalmente, el grupo de JCD con el 21,7 %. En el rango desde +3,25 D hasta +5,00 D los porcentajes hallados fueron del 1,4 %, y del 1,5 % para los JCD y para los JSD respectivamente. Ningún sujeto del grupo de los MSD tuvo valores en este rango. Valores superiores a +5,00 D se encontraron en el 1,4 % de los casos en el grupo de los JCD y en el 1,5 % en el grupo de los JSD.

**Tabla 6.** Porcentaje de sujetos en cada uno de los grupos con valores de equivalente esférico de los ojos derechos según rangos de potencia dióptrica de la compensación óptica óptima.

Equivalente esférico de la compensación óptica óptima de los ojos derechos (%)							
Rango/ Grupo	Miopía			Emetropía	Hipermetropía		
	Alta	Moderada	Leve		Leve	Moderada	Alta
	> -5,00 D	-3,25 D -5,00 D	-0,75 D -3,00 D		+0,75 D +3,00 D	+3,25 D +5,00 D	> +5,00 D
JCD	16,1	11,6	23,2	24,6	21,7	1,4	1,4
JSD	7,2	11,8	25,0	30,9	22,1	1,5	1,5
MSD	1,8	1,8	30,9	38,2	27,3	0,0	0,0

Los resultados de la compensación óptica óptima de visión lejana de los ojos derechos de los participantes de este trabajo después del examen subjetivo mostraron valores de equivalente esférico emetrópico en el 24,6 % de los casos en el grupo de los JCD, en el 30,9 % del grupo de los JSD y en el 38,2 % del grupo de los MSD. En el grupo de los JCD el 50,9 % de los ojos derechos eran miopes y el 24,5 % fueron hipermétropes. En el grupo de los JSD el 44,0 % de los ojos derechos fueron miopes y el 25,1 % de los ojos derechos fueron hipermétropes. En el grupo de los MSD el 34,5 % fueron miopes y el 27,3 % de los ojos derechos fueron hipermétropes.

Como ocurrió para los ojos derechos, los resultados obtenidos como valor medio del equivalente esférico de los ojos izquierdos fueron diferentes a los encontrados en la compensación óptica habitual. En el grupo de los JCD, el 20,3 % de los casos presentaron valores considerados como emetropía (valores entre +0,50 D y -0,50 D), en el de los JSD el 32,4 % y en el grupo de los MSD el 32,7 % de los participantes presentaron valores dentro de este rango.

En cuanto a los valores del equivalente esférico miópico, en el rango desde -0,75 D hasta -3,00 D, el 36,4 % de participantes del grupo de los MSD, el 23,2 % de los sujetos

del grupo de los JCD y el 20,6 % del grupo de los JSD. En el grupo de los JCD se hallaron valores desde -3,25 D hasta -5,00 D en mayor porcentaje, alcanzando el 17,4 %. En el grupo de los JSD el porcentaje fue inferior llegando al 11,8 % de los casos y sólo en el 1,8 % de los sujetos en el grupo de los MSD. En cuanto a los valores de miopía superiores a -5,00 D, en el grupo de los JCD se observó en el 18,8 % de los casos y en el 8,7 % de los sujetos del grupo de los JSD.

El valor medio del equivalente esférico hipermetrópico entre +0,75 D hasta +3,00 D, fue del 25,5 % en el grupo de los MSD, en el grupo de los JSD del 23,5 % y finalmente, el 16,0 % en el grupo de los JCD. La frecuencia en el rango desde +3,25 D hasta +5,00 D fue de 3,6 %, 2,9 %, y 1,5 % para los grupos de los MSD, de los JCD y de los JSD respectivamente. Valores superiores a +5,00 D se encontraron en el 1,4 % en el grupo de los JCD y en el 1,5 % en el grupo de los JSD.

**Tabla 7.** Porcentaje de sujetos en cada uno de los grupos con valores de equivalente esférico de los ojos izquierdos según rangos de potencia dióptrica de la prescripción óptica óptima.

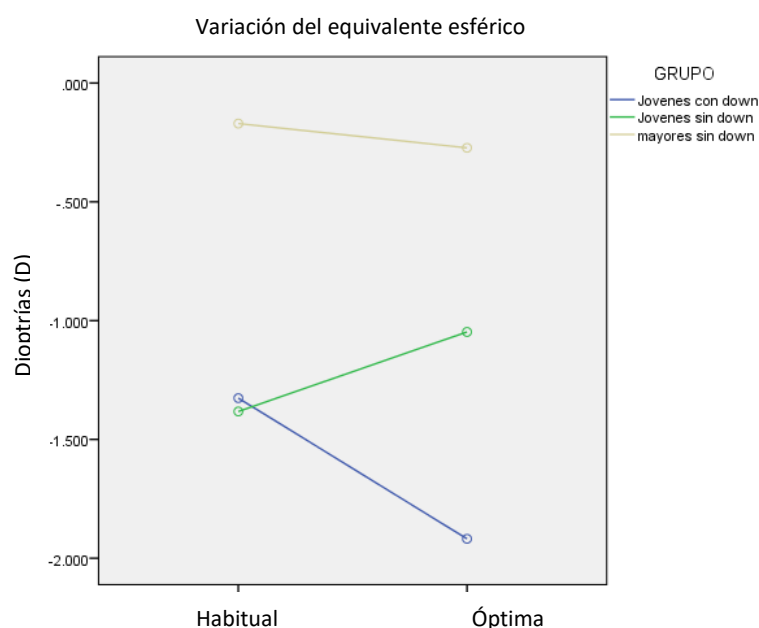
Equivalente esférico de la compensación óptica óptima de los ojos izquierdos (%)							
Rango/ Grupo	Miopía			Emetropía	Hipermetropía		
	Alta	Moderada	Leve		Leve	Moderada	Alta
	> -5,00 D	-3,25 D -5,00 D	-0,75 D -3,00 D		+0,75 D +3,00 D	+3,25 D +5,00 D	> +5,00 D
JCD	18,8	17,4	23,2	20,3	16,0	2,9	1,4
JSD	8,7	11,8	20,6	32,4	23,5	1,5	1,5
MSD	0,0	1,8	36,4	32,7	25,5	3,6	0,0

Según los resultados anteriormente expuestos, los ojos izquierdos de los participantes de este trabajo después del examen subjetivo mostraron valores de equivalente esférico emetrópico en el 20,3 % de los casos en el grupo de los JCD, en el 32,4 % en el grupo de los JSD y en el 32,7 % en el grupo de los MSD.

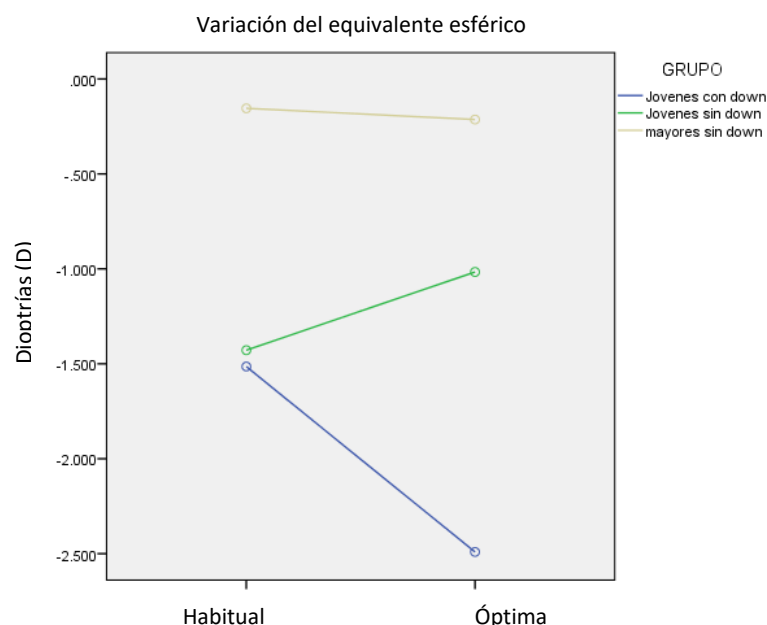
En el grupo de los JCD el 59,4 % de los ojos izquierdos fueron miopes y el 20,3 % fueron hipermétropes. En el grupo de los JSD el 41,1 % de los ojos izquierdos fueron miopes y el 26,5 % fueron hipermétropes. En el grupo de los MSD el 38,2 % fueron miopes y el 29,1 % fueron hipermétropes.



Comparando el valor medio del equivalente esférico de la compensación óptica habitual para los ojos derechos con el de la compensación óptica tras el examen refractivo, se hallaron diferencias significativas, respecto a la variación del equivalente esférico. En el grupo de los JCD se observó una disminución significativa ( $p<0,001$ ), en el grupo de los JSD existió un aumento significativo ( $p<0,001$ ) y en el grupo de los MSD el valor medio del equivalente esférico para los ojos derechos disminuyó significativamente ( $p=0,023$ ). Para los ojos izquierdos en el grupo de los JCD hubo una disminución significativa ( $p=0,001$ ), mientras que en el grupo de los JSD se produjo un incremento también significativo ( $p<0,001$ ). En el grupo de los MSD no existieron diferencias significativas ( $p=0,452$ ). Las figuras 43 y 44 muestran la variación del valor medio del equivalente esférico en los grupos estudiados para los ojos derechos y para los ojos izquierdos.



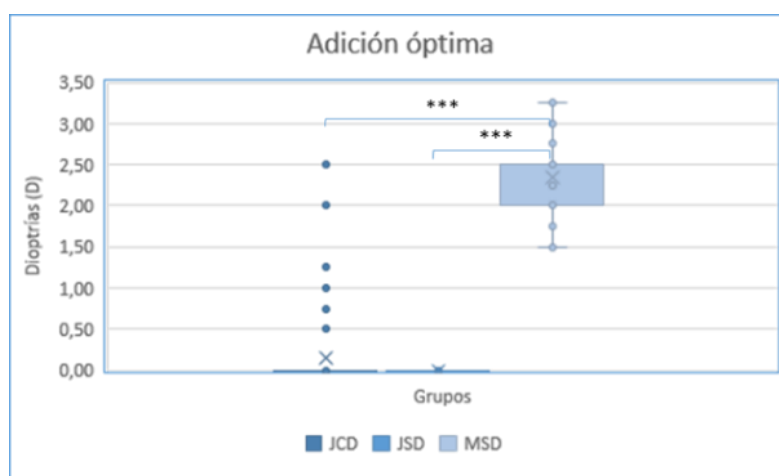
**Figura 43.** Variación del valor del equivalente esférico de los ojos derechos de la compensación óptica en cada uno de los grupos.



**Figura 44.** Variación del valor del equivalente esférico de los ojos izquierdos de la compensación óptica en cada uno de los grupos.

#### 6.2.2.5. Adición

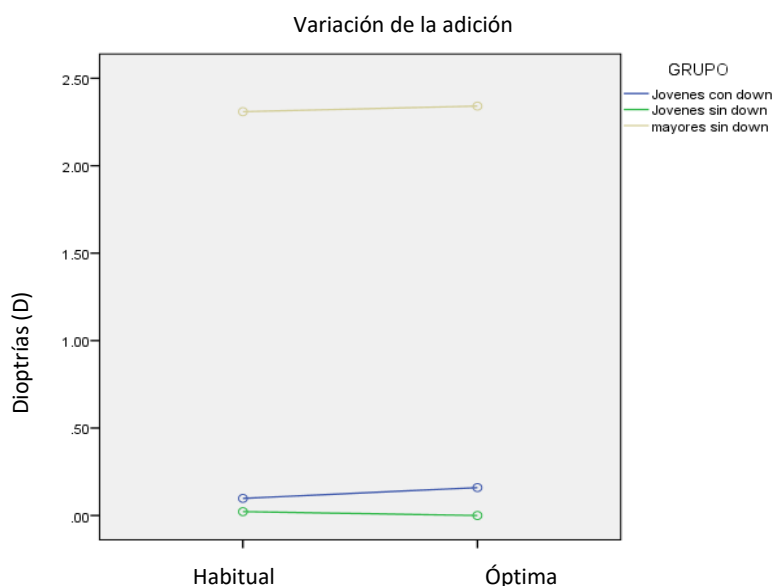
Los valores medios de la adición de la compensación óptica óptima para visión próxima de los diferentes grupos de los JCD, de los JSD y de los MSD fueron de  $+0,16 \pm 0,47$  D,  $0,00 \pm 0,00$  D y de  $+2,34 \pm 0,48$  D respectivamente. Estos datos mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ) entre los grupos de jóvenes y los mayores, igual que sucedía con la compensación óptica habitual de visión cercana. No hubo cambios significativos en el comportamiento de la adición en los tres grupos de estudio ( $p = 0,523$ ).



**Figura 45.** Diagramas de cajas y bigotes de los valores de la adición óptima en cada uno de los grupos.

Las diferencias fueron significativas entre los JCD y MSD y entre los JSD y MSD ( $***p < 0,001$ ).

JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.

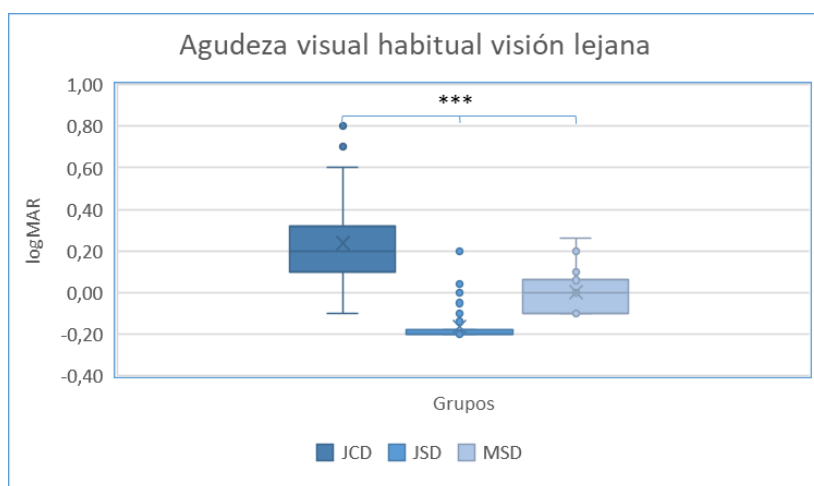


**Figura 46.** Variación del valor medio de la adición de la compensación óptica.

### 6.3. Agudeza visual

En esta investigación se midió la agudeza visual (AV) alcanzada en visión lejana y en visión próxima, ambas con la compensación óptica habitual y con la compensación óptica óptima. Los valores se registraron en unidades logMAR. Hay que recordar, que los valores en unidades logMAR son menores cuanto mejor es la AV alcanzada por el sujeto evaluado. (Ver la tabla 3 de equivalencias de unidades de medida de AV que se incluye en el apartado introducción).

Los sujetos que formaron parte del grupo de JSD fueron quienes obtuvieron la mejor AV habitual en visión lejana, alcanzando de media el valor de  $-0,16 \pm 0,0$  logMAR. El valor medio de la AV del grupo de MSD fue ligeramente superior,  $0,00 \pm 0,1$  logMAR. Por último, la AV peor fue la obtenida por los JCD, valor medio de  $0,24 \pm 0,1$  logMAR. Los análisis estadísticos mostraron que las diferencias fueron significativas ( $p < 0,001$ ) entre los tres grupos.

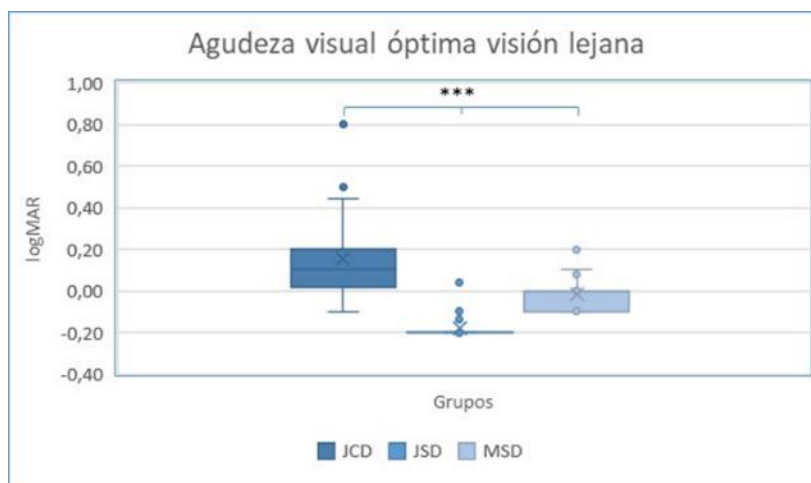


**Figura 47.** Diagramas de cajas y bigotes de los valores de la agudeza visual con la compensación habitual en visión lejana.

Las diferencias fueron significativas entre los tres grupos (\*\* $p < 0,001$ ).

JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.

En cuanto a la AV en visión lejana alcanzada con la compensación óptica óptima, también se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) entre los tres grupos. Al igual que en la AV habitual en visión lejana, el grupo de los JSD alcanzó la mejor AV,  $-0,18 \pm 0,0$  logMAR. Los sujetos del grupo de los JCD fueron quienes obtuvieron la peor AV,  $0,15 \pm 0,1$  logMAR. El valor medio de la AV alcanzada por los MSD fue de  $-0,02 \pm 0,0$  logMAR.



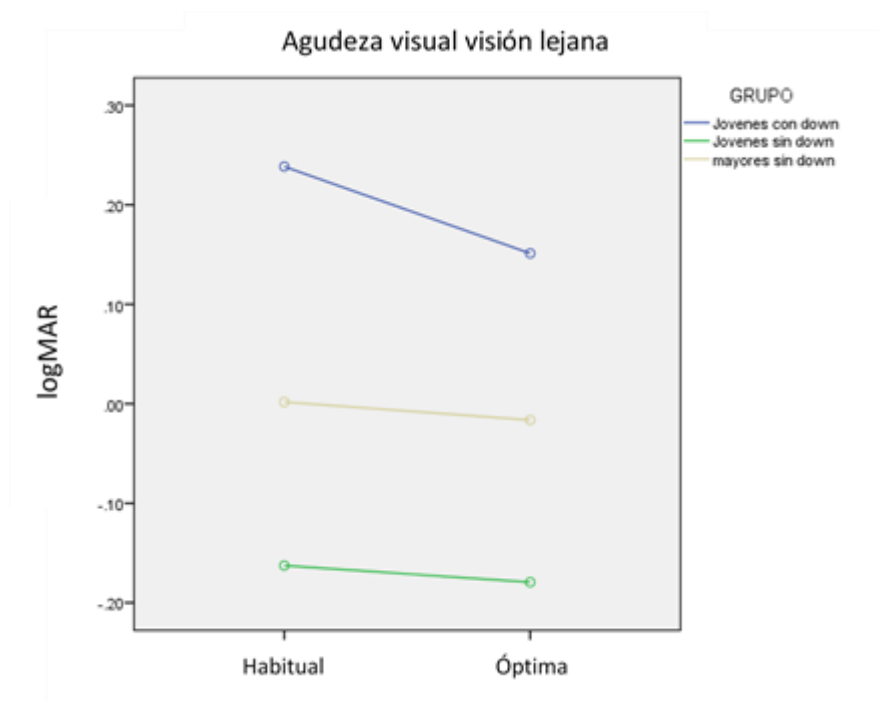
**Figura 48.** Diagramas de cajas y bigotes de los valores de la agudeza visual con la compensación óptica óptima en visión lejana.

Las diferencias fueron significativas entre los tres grupos (\*\* $p < 0,001$ ).

JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.

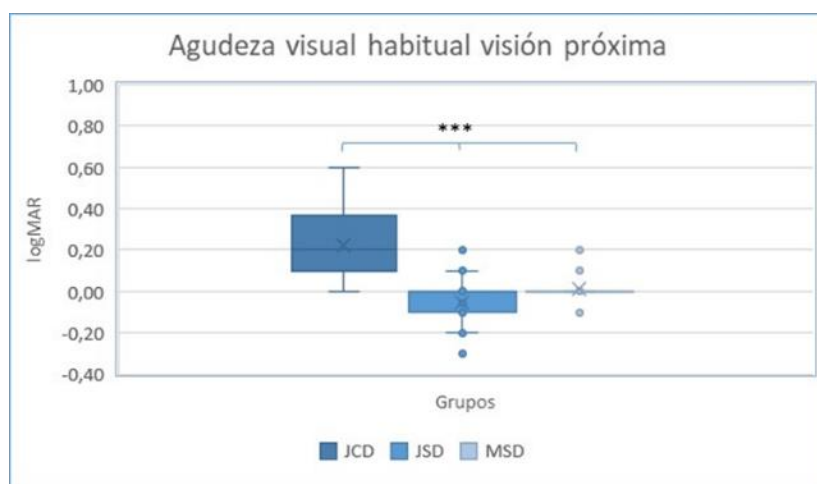
El comportamiento de la AV presentó diferencias significativas entre los tres grupos de estudio. En el grupo de los JCD y en el de los MSD disminuyó ( $p < 0,001$ ), mientras que,

para los JSD no hubo diferencia. Se observó que, al comparar los valores de la AV alcanzada con la compensación óptica habitual y con la óptima, se produjo una mejora en los grupos de JCD y MSD, siendo superior para el grupo de los JCD.



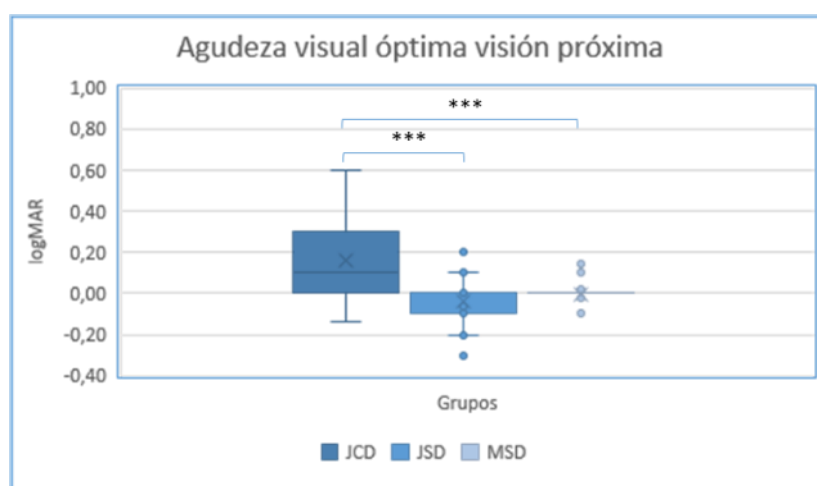
**Figura 49.** Variación del valor medio de la agudeza visual en visión lejana.

Como se ha comentado anteriormente, también se evaluó la AV en visión próxima, tanto con la compensación habitual como con la óptima. Los análisis estadísticos mostraron diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) entre los tres grupos. Los valores medios de AV con la compensación habitual en visión próxima fueron de  $0,23 \pm 0,1$  logMAR y  $-0,06 \pm 0,1$  logMAR para los JCD y los JSD respectivamente y de  $0,01 \pm 0,0$  logMAR para los MSD. Al igual que sucedió con la AV habitual en visión lejana, la AV habitual en visión próxima del grupo de los JSD fue la mejor, seguida de la de los MSD. En este caso también la AV de los JCD fue la de mayor valor (peor AV).



**Figura 50.** Diagramas de cajas y bigotes de agudeza visual con la compensación óptica habitual en visión próxima. Las diferencias fueron significativas entre los tres grupos (\*\* $p < 0,001$ ).  
JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.

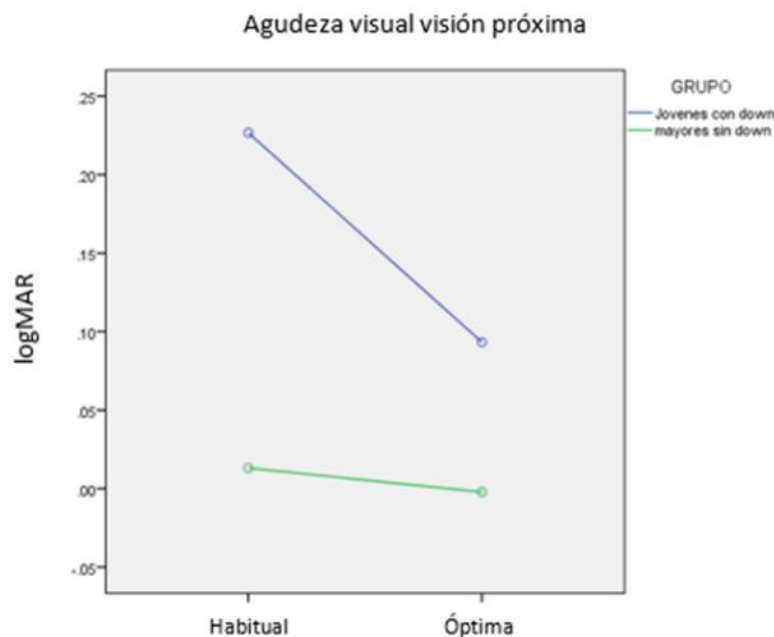
En cuanto a la AV en visión próxima con la compensación óptica óptima, el grupo de los JCD mejoró hasta alcanzar un valor medio de  $0,16 \pm 0,1$  logMAR. La AV del grupo de los JSD no se modificó con la nueva prescripción y la AV de los MSD mejoró ligeramente, llegando a un valor medio de  $0,00 \pm 0,0$  logMAR. Las diferencias fueron significativas ( $p < 0,001$ ), entre los dos grupos de jóvenes y entre el grupo de JCD y el grupo de MSD.



**Figura 51.** Diagramas de cajas y bigotes de los valores de la agudeza visual con la compensación óptica óptima en visión próxima. Las diferencias fueron significativas entre los JCD y los otros dos grupos (\*\* $p < 0,001$ ).  
JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.

Como se puede observar en la figura 52, en el grupo de los JCD se produjo una mejora de la AV en visión próxima con la compensación óptica óptima, como también ocurrió en el grupo de los MSD. Para el grupo de los JCD y para el de los MSD se produjo una

disminución ( $p<0,001$ ), observándose una mejora de la AV; sin embargo, en el grupo de los JSD no hubo variaciones significativas ( $p=0,08$ ).



**Figura 52.** Variación del valor medio de la agudeza visual en visión próxima.

Los resultados revelaron que en el caso de los JCD con la compensación óptica habitual, el 40,6 % mostraron una AV en visión lejana igual o superior a 0,3 logMAR (peor de 6/12 Snellen), mientras que ningún miembro de los otros dos grupos presentaron una AV tan baja. Sólo el 18,8 % de los sujetos del grupo de los JCD alcanzaron una AV inferior o mejor de 0,1 logMAR (6/8 Snellen).

Con la compensación óptica óptima, el 20,2 % de los sujetos del grupo de los JCD obtuvieron AV en visión lejana peor de 0,3 logMAR y más del 40 % alcanzaron AV mejor a 0,1 logMAR. En los otros dos grupos tras el examen subjetivo, con la compensación óptica óptima, el 100 % de los JSD y el 85,4 % de los MSD alcanzaron una AV en visión lejana inferior o mejor a 0,1 logMAR (6/8 Snellen).

En la AV en visión próxima, las variaciones que se produjeron también fueron más destacables en el grupo de los JCD, puesto que en el 29,5 % se observó valores superiores a 0,3 logMAR, con la compensación óptica habitual. Respecto a los valores de AV en visión próxima con la compensación óptica óptima fueron de 0,3 logMAR o

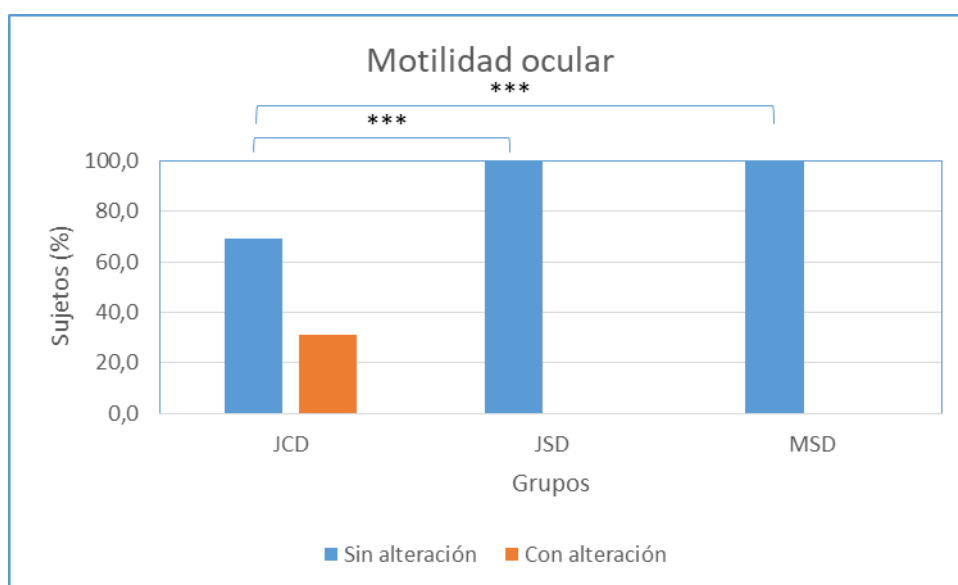
mejores en el 81 % de los casos. En los otros dos grupos prácticamente no hubo variación en la AV alcanzada con la compensación óptima.

## 6.4. Visión binocular

### 6.4.1. Motilidad ocular

El 69,1 % de los sujetos del grupo de los JCD presentaron motilidad ocular “sin alteración”, frente al 100 % de los sujetos de los otros grupos. Las diferencias entre el grupo de JCD y los otros grupos fueron estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ).

En cuanto a la presencia de nistagmus, se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) entre los tres grupos de estudio. El 22,7 % de los miembros en el grupo de los JCD presentaron nistagmus, en el grupo de los JSD solo se detectó en el 1,5 % de los casos, mientras que ninguno de los miembros del grupo de los MSD, presentó esta alteración.

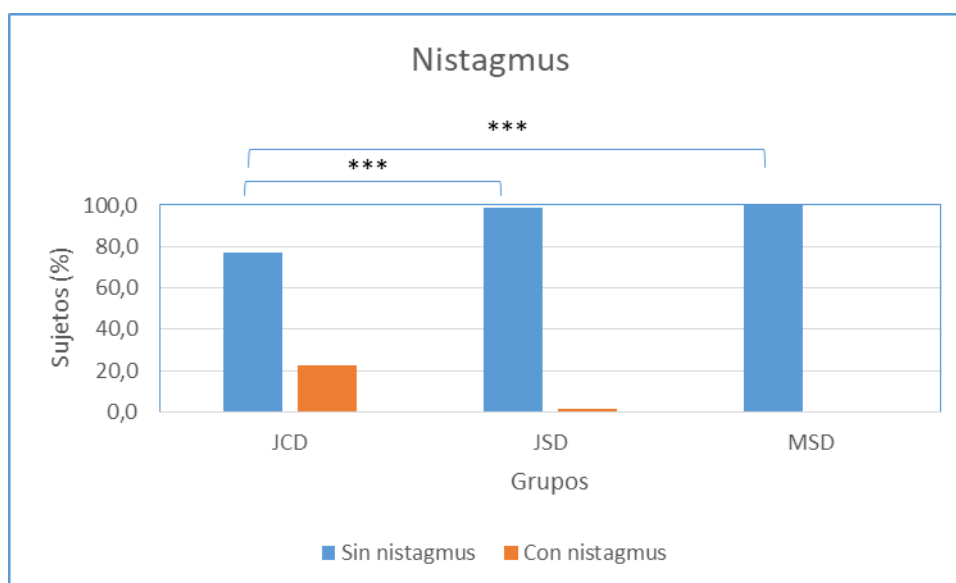


**Figura 53.** Porcentaje de sujetos sin alteración y con alteración en la motilidad ocular en cada uno de los grupos.

Las diferencias fueron significativas entre el grupo de JCD y los otros dos grupos ( $***p < 0,001$ ).

JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.



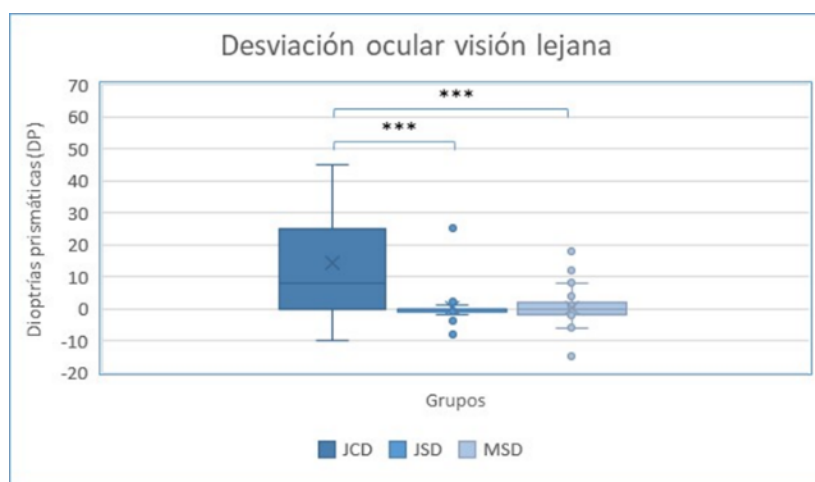


**Figura 54.** Porcentaje de sujetos sin nistagmus y con nistagmus en cada uno de los grupos. Las diferencias fueron significativas entre el grupo de JCD y los otros dos grupos ( $***p<0,001$ ). JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.

#### 6.4.2. Desviación ocular

En primer lugar, se determinó si los participantes tenían tropia o foria. La existencia de tropia en el grupo de JCD fue del 64,7 %, mientras que en los grupos de los JSD y de los MSD, fue del 4,4 % y 3,6 % de los casos respectivamente. Las diferencias fueron significativas ( $p<0,001$ ) entre el grupo de los JCD y los otros. También se procedió a la medida de la desviación, tanto si era manifiesta (tropia) como latente (foria) y se registró la magnitud de la misma en dioptrías prismáticas (DP). Los valores de endodesviación se registraron con signo positivo y los valores de exodesviación con signo negativo.

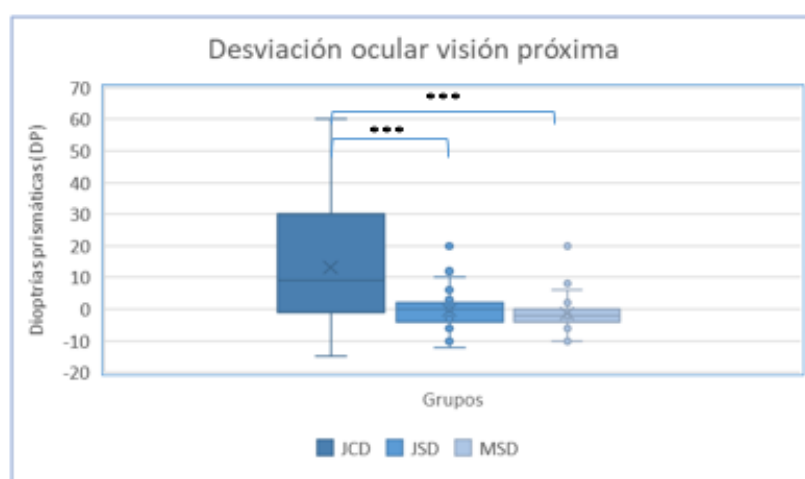
El valor medio de la desviación ocular mostró la existencia de endodesviación en todos los grupos. En visión lejana, se encontraron diferencias significativas ( $p<0,001$ ) entre el grupo de los JCD y el grupo de los MSD. Para los JCD el valor medio de la desviación fue de  $14,19 \pm 18,0$  DP, mientras que los valores medios fueron de  $0,07 \pm 5,5$  DP de endodesviación para los MSD. También se encontraron diferencias significativas entre el grupo de los JCD y de los JSD, con valores medios de endodesviación de  $0,10 \pm 3,7$  DP en los últimos.



**Figura 55.** Diagrama de cajas y bigotes de los valores de la desviación ocular en visión lejana en cada uno de los grupos.

Las diferencias fueron significativas entre el grupo de los JCD y los otros dos grupos ( $***p<0,001$ ).  
JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.

En la desviación en visión próxima las diferencias fueron significativas ( $p<0,001$ ) entre el grupo de los JCD con un valor medio de endodesviación de  $13,13 \pm 19,2$  DP y los otros dos grupos con valores medios de exodesviación de  $-1,29 \pm 5,4$  DP para el grupo de los MSD y de  $-0,40 \pm 5,5$  DP para el grupo de los JSD.

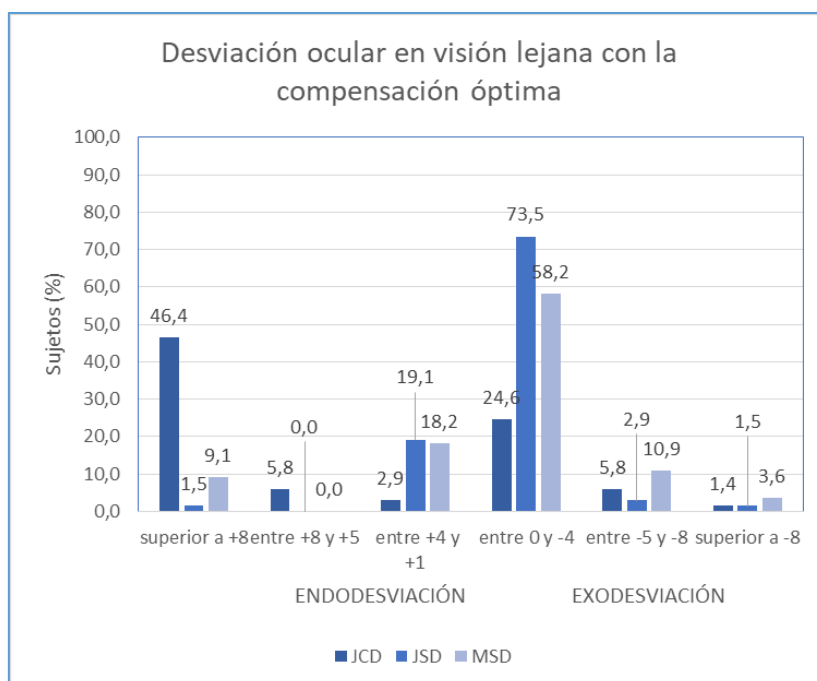


**Figura 56.** Diagrama de cajas y bigotes de los valores de la desviación ocular en visión próxima en cada uno de los grupos.

Las diferencias fueron significativas entre el grupo de los JCD y los otros dos grupos ( $***p<0,001$ ).  
JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.

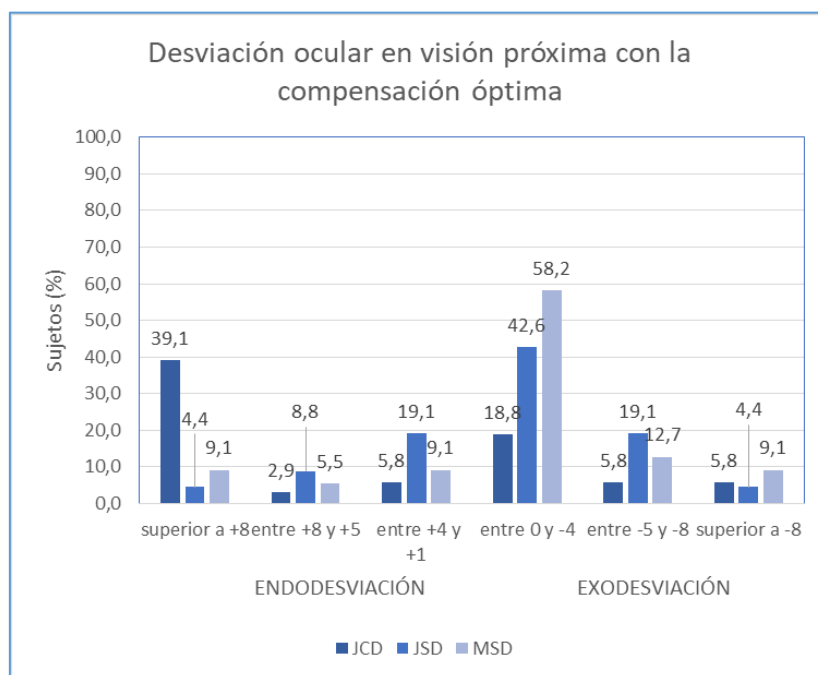
Una vez conocida la desviación ocular de cada uno de los participantes de este trabajo se agruparon según la magnitud y la dirección de la desviación. Como se puede observar en la figura 57, se representa la frecuencia de la desviación en función de la

magnitud de la misma para los diferentes grupos. De los valores que se observan en el gráfico destaca que la mayoría de los participantes de los grupos de los JSD y de los MSD presentaron una desviación ocular entre 0 DP de endodesviación (orto desviación) y -4 DP de exodesviación. La desviación más frecuente en el grupo de los JCD fue superior a 8 DP de endodesviación, que se observó en el 46,4 % de los casos, frente al 9,1 % del grupo de los MSD y el 1,5 % del grupo de los JSD. Los valores más altos de exodesviación lo presentaron los MSD, en el 10,9 % de los casos para el rango entre -5 DP y -8 DP y en el 3,6% de los casos para el rango de valores superiores a -8 DP.



**Figura 57.** Magnitud de la desviación ocular en visión lejana que presentaron los sujetos en cada uno de los grupos con la compensación óptica óptima. Los valores positivos se refieren a endodesviación y los valores negativos a exodesviación.

JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.



**Figura 58.** Magnitud de la desviación ocular en visión cercana que presentaban los sujetos en cada uno de los grupos con la compensación óptica óptima. Los valores positivos se refieren a endodesviación y los valores negativos a exodesviación.

JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.

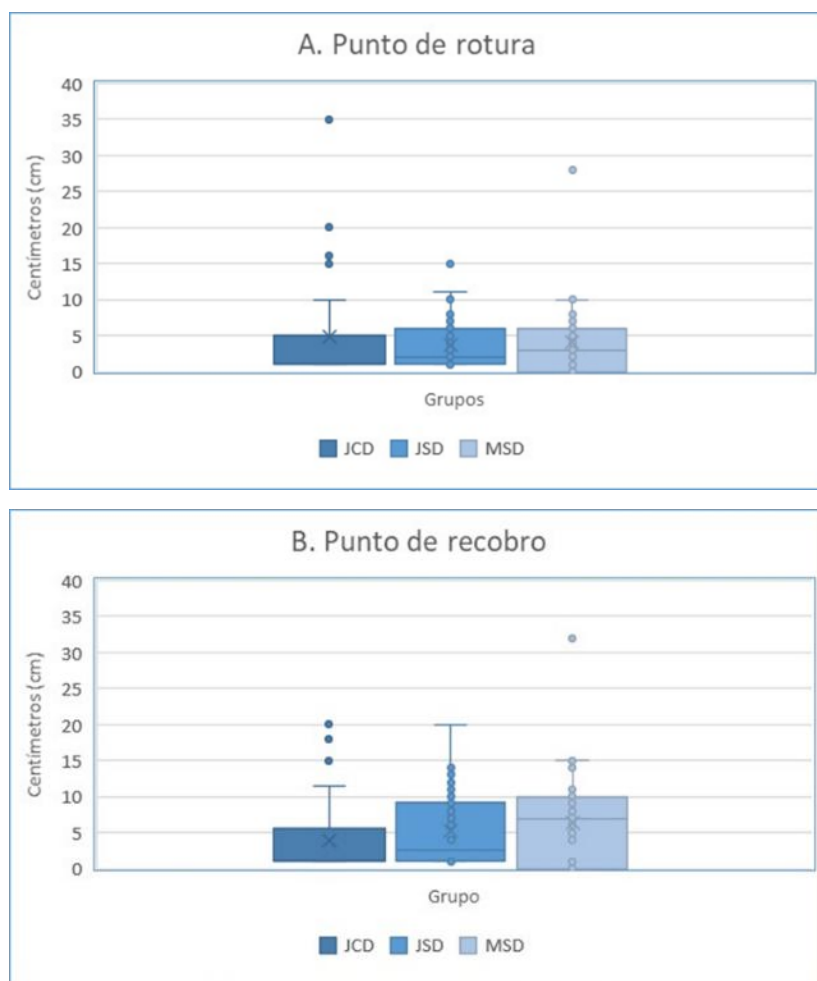
De los valores que se observan en la figura 58 destacan que la mayoría de los participantes de los grupos de los JSD y de los MSD presentaron una desviación ocular en visión próxima entre 0 DP de endodesviación (orto desviación) y -4 DP de exodesviación. La desviación más frecuente en el grupo de los JCD fue superior a 8 DP de endodesviación, que se observó en el 39,1 % de los casos, frente al 9,1 % del grupo de los MSD y el 4,4 % del grupo de los JSD. Los valores más altos de exodesviación en el rango entre -5 DP y -8 DP los presentaron los JSD 19,1% de los casos y en el 12,7 % de los casos en el grupo de los MSD. Los valores de desviación superiores a -8 DP se observaron en el 5,8 % de los JCD, el 4,4 % de los JSD y el 9,1 % de los MSD.

#### 6.4.3. Punto próximo de convergencia

En cuanto a los resultados obtenidos en la medida del punto próximo de convergencia (PPC), indicar que no existieron diferencias significativas ni para el punto de rotura ( $p=0,439$ ) ni para el punto de recobro ( $p=0,318$ ) entre los grupos de estudio.

## RESULTADOS

Los valores medios de la distancia del punto de rotura para los diferentes grupos fueron de  $4,91 \pm 6,62$  cm,  $3,73 \pm 3,27$  cm y  $5,61 \pm 1,66$  cm, para los grupos de los JCD, de los JSD y de los MSD respectivamente. Los valores medios del punto de recobro que se obtuvieron fueron de  $5,35 \pm 5,49$  cm,  $5,26 \pm 4,81$  cm y  $6,33 \pm 7,11$  cm, para cada uno de los grupos JCD, JSD y MSD respectivamente.



**Figura 59.** Diagrama de cajas y bigotes de los valores de los puntos de rotura (A) y recobro (B) en cada uno de los grupos.

No existieron diferencias significativas.

JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.

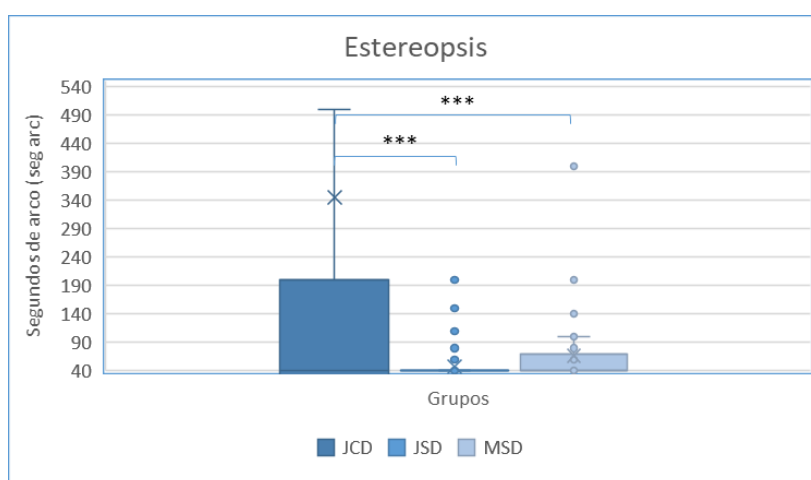
### 6.4.4. Estereopsis

Los valores de visión estereoscópica alcanzados indicaron diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) entre los grupos de estudio. Se registró el mejor valor obtenido con la compensación óptica óptima y posteriormente se establecieron rangos de segundos de

- En el grupo de los JCD la frecuencia en el rango de estereopsis igual a cero (ausencia de la percepción de profundidad) fue del 48,4 %, extremadamente elevado y muy superior al porcentaje de los otros dos grupos. En el grupo de los MSD un 3,6 % no presentaron estereopsis, mientras que en el otro grupo de jóvenes todos los integrantes tuvieron valores de estereopsis superiores a cero.

Para los rangos entre 3.000 seg arc y 140 seg arc, lo que indicaría una mala estereopsis, el grupo de los JCD presentó una alta frecuencia alcanzando el 34,4 %, mientras que para el grupo de los JSD la frecuencia en este rango fue del 2,9 % y del 5,5 % en el grupo de los MSD.

En el grupo de los JCD, el 6,3 % de los integrantes obtuvieron valores de estereopsis en el rango entre 139 seg arc y 61 seg arc, mientras que los JSD alcanzaron un porcentaje algo menor, siendo del 5,9 %. En el grupo de los MSD obtuvieron estos valores de estereopsis el 10,9 % de los casos.



Las diferencias fueron significativas entre el grupo de JCD y los otros dos grupos (\*\* $p < 0,001$ ).

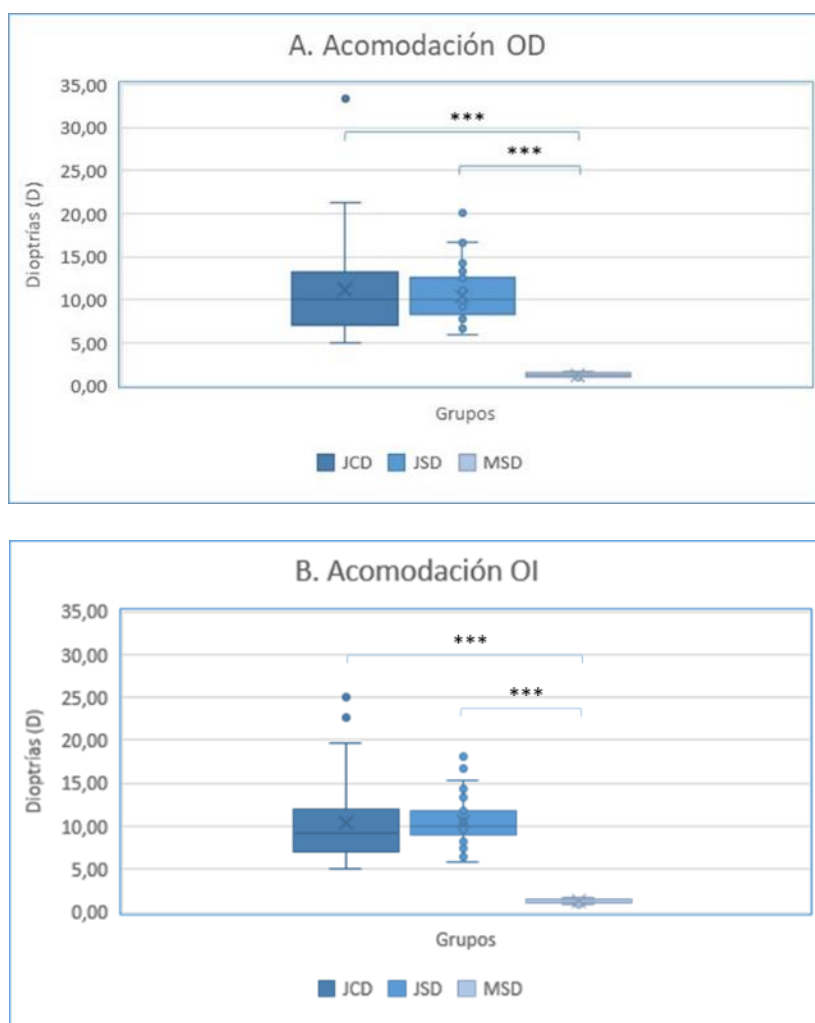
JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.

Los mejores valores de estereopsis, es decir, los resultados entre 60 seg arc y 40 seg arc, los obtuvieron los participantes del grupo de JSD alcanzando una frecuencia de 91,2 %. En el grupo de los MSD el 70,9 % de sus miembros tuvieron visión estereoscópica dentro de este rango de valores y finalmente en el grupo de los JCD, el 10,9 % lograron estos valores de estereopsis.

### 6.5. Acomodación

Los resultados de la medida de la amplitud de acomodación de los ojos derechos presentaron diferencias significativas ( $p<0,001$ ) entre los grupos de jóvenes con el grupo de los MSD alcanzando valores de  $11,09 \pm 5,48$  D,  $10,38 \pm 2,59$  D y  $1,24 \pm 0,24$  D, para los grupos de los JCD, de los JSD y de los MSD respectivamente. Estos valores corresponden a la media y desviación estándar de las distancias (en dioptrías) en las que el estímulo presentado se identificó correctamente a  $10,87 \pm 4,50$  cm,  $10,20 \pm 2,39$  cm y  $83,25 \pm 14,37$  cm, para cada uno de los grupos.

Los valores medios de la amplitud de acomodación, en dioptrías para los ojos izquierdos fueron de  $10,31 \pm 4,66$  D para los JCD, de  $10,69 \pm 2,58$  D para los JSD y de  $1,2 \pm 0,24$  D para los MSD. Estos valores corresponden a la media y desviación estándar de las distancias en las que el estímulo presentado se identificó correctamente, fueron a  $11,42 \pm 4,41$  cm para los JCD, de  $9,88 \pm 2,32$  cm para los JSD y  $83,13 \pm 14,26$  cm para los MSD. Las diferencias fueron significativas entre los grupos de jóvenes y el de los mayores ( $p<0,001$ ).



**Figura 61.** Diagramas de cajas y bigotes de los valores de acomodación de los ojos derechos (A) e izquierdos (B) en cada uno de los grupos.

Las diferencias fueron significativas entre los dos grupos de jóvenes y los MSD (\*\* $p < 0,001$ ).

JCD: Jóvenes Con síndrome de Down; JSD: Jóvenes Sin síndrome de Down; MSD: Mayores Sin síndrome de Down.  
OD: Ojo Derecho; OI: Ojo Izquierdo.

## 6.6. Visión del color

En la evaluación de la visión cromática con el test de color Ishihara no se encontraron diferencias significativas entre los tres grupos de estudio ni para los ojos derechos ( $p=0,556$ ), ni para los ojos izquierdos ( $p=0,330$ ), aunque en los tres grupos se obtuvieron resultados que mostraban alteración en la visión cromática. Las anomalías se encontraron en el grupo de los JCD en el 6,5 % para los ojos derechos y en el 4,3 % para los ojos izquierdos; en los JSD en el 3,1 % en ambos ojos; y en el grupo de los MSD en el 4,2 % en ambos ojos.

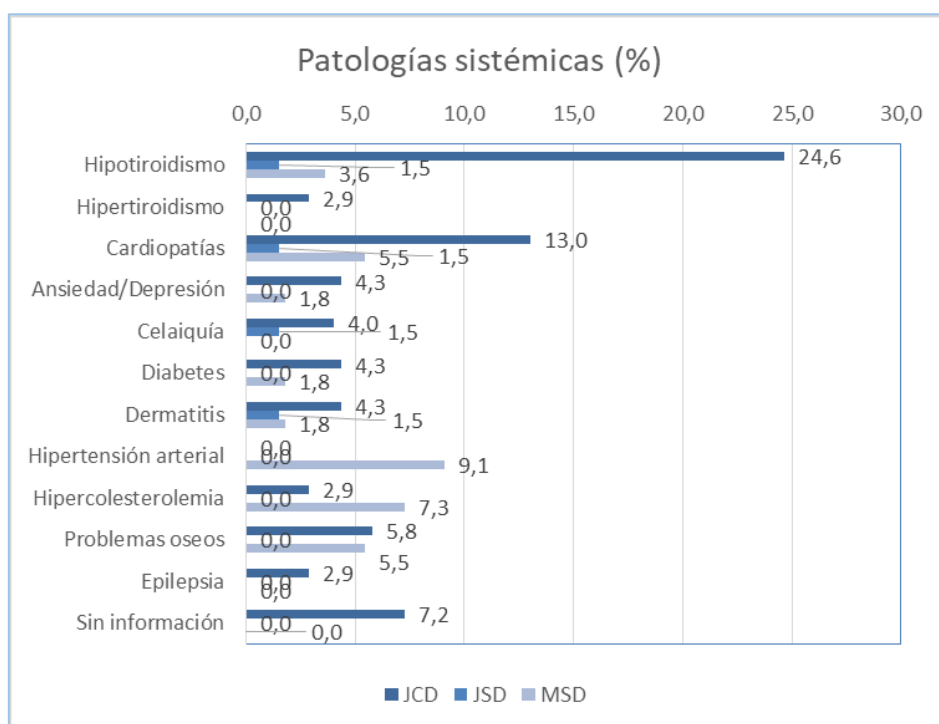


Los resultados de la evaluación del color con el test Tritan, realizado de forma monocular, mostraron que el 3,6 % de los participantes del grupo de los JCD tuvo alteración de visión cromática del eje azul-amarillo. En los otros dos grupos no se encontraron ninguna anomalía de esta tipología. Las diferencias en los resultados no fueron significativas ni para los ojos derechos ( $p=0,110$ ), ni para los ojos izquierdos ( $p=0,106$ ) entre los tres grupos de estudio.

### 6.7. Salud general y ocular

#### 6.7.1. Patologías sistémicas

En la historia de cada uno de los participantes se solicitó información referente a la existencia de alguna patología sistémica pasada o presente. El análisis estadístico mostró que existían diferencias significativas ( $p<0,001$ ) en la distribución de las patologías sistémicas entre los tres grupos de estudio. En los JCD la prevalencia de patologías sistémicas alcanzó valores altos, llegando hasta el 70,0 %, mientras que en los JSD la prevalencia fue del 5,9 %. En el caso de los MSD la presencia de patologías sistémicas se presentó en el 41,8 % de los casos.



**Figura 62.** Porcentaje de patologías sistémicas referidas en cada uno de los grupos.

### 6.7.2. Tratamiento farmacológico

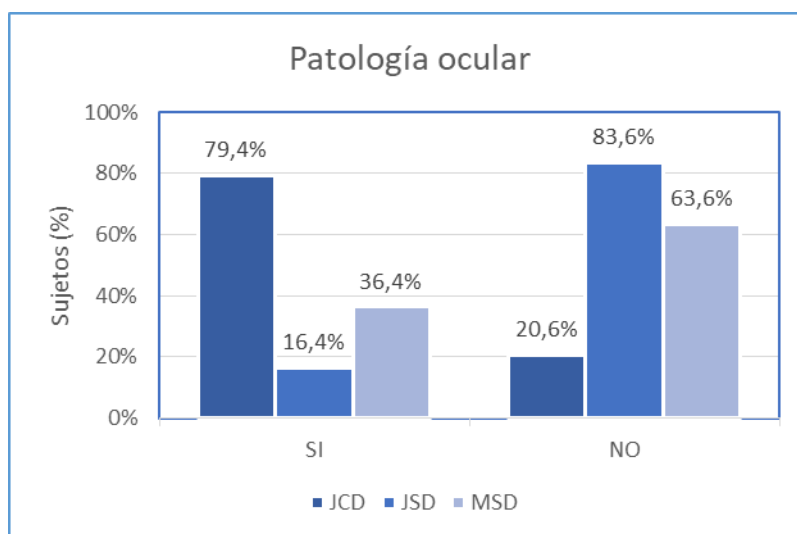
Los resultados mostraron que existían diferencias significativas ( $p<0,001$ ) entre los tres grupos de estudio. En los JCD la información referida a la ingesta de fármacos fue del 61,7 %, en el grupo de JSD del 5,9 %, mientras que en los MSD la frecuencia fue del 45,5 %.

Los fármacos empleados fueron los referentes a los tratamientos de las patologías sistémicas que padecían como son los dirigidos a resolver o mejorar las alteraciones metabólicas (hipotiroidismo, hipertiroidismo y diabetes), cardíacas (arritmias e hipertensión arterial) y psicológicas (depresión y ansiedad). También indicaron la ingesta de otros fármacos como antiinflamatorios, analgésicos y anticoagulantes.

### 6.7.3. Patologías e intervenciones oculares

Los resultados referentes a la patología ocular mostraron diferencias significativas ( $p<0,001$ ) entre los tres grupos de estudio. El grupo de los JCD refirieron patología ocular en el 79,4 % de los casos, mientras que en los JSD y los MSD la frecuencia fue del 16,4 % y del 36,4 % respectivamente.

La figura 63 muestra los porcentajes de sujetos en cada uno de los grupos que refirieron alguna patología ocular.



**Figura 63.** Distribución de las patologías oculares en cada uno de los grupos.

A continuación, se exponen las patologías e intervenciones oculares que refirieron los participantes de esta investigación.

### 6.7.3.1. Cataratas y opacidades de cristalino

Las cataratas y opacidades en el cristalino son alteraciones frecuentes en las personas con síndrome de Down, así como en las personas mayores de 50 años. La distribución de cataratas entre los grupos de estudio mostró diferencias significativas ( $p<0,001$ ). En los JCD hubo una alta prevalencia de opacidades de cristalino, llegando al 40,0 %. En los JSD no hubo ningún participante que presentara ninguna opacidad de cristalino compatible con cataratas, mientras que, en el grupo de los MSD, como era de esperar, se encontró una mayor incidencia, alcanzado una frecuencia del 23,6 %, inferior a los valores observados en el grupo de los JCD.

### 6.7.3.2. Queratocono

La distribución de queratocono entre los grupos de estudio presentó diferencias significativas ( $p=0,003$ ), entre el grupo de los JCD y los otros dos. En los primeros la prevalencia fue alta alcanzando el 9,3 %, mientras que en los JSD y los MSD no se presentó ningún caso de queratocono.

### 6.7.3.3. Implante de lente intraocular

La implantación de lente intraocular (LIO) fue otro de los datos que se preguntó a los participantes. Los resultados mostraron diferencias significativas ( $p<0,001$ ) entre los tres grupos de estudio. En los JCD la prevalencia fue del 7,8 %, en los JSD no hubo ningún participante que tuviera LIO, mientras que, en el grupo de los MSD, la prevalencia fue alta llegando al 23,6 %. Como era de esperar en el grupo de los MSD debido a la edad varios de los participantes habían sido sometidos a este tipo de tratamiento.

### 6.7.3.4. Cirugía de estrabismo

A los participantes de este trabajo también se les preguntó sobre la existencia de cirugía previa por estrabismo. Solo dos sujetos del grupo de los JCD informaron de haber sido sometidos a intervención quirúrgica de estrabismo. En el grupo de los JSD sólo un

sujeto estaba operado de estrabismo, mientras que el en grupo de los MSD ninguno de los integrantes había recibido este tratamiento.

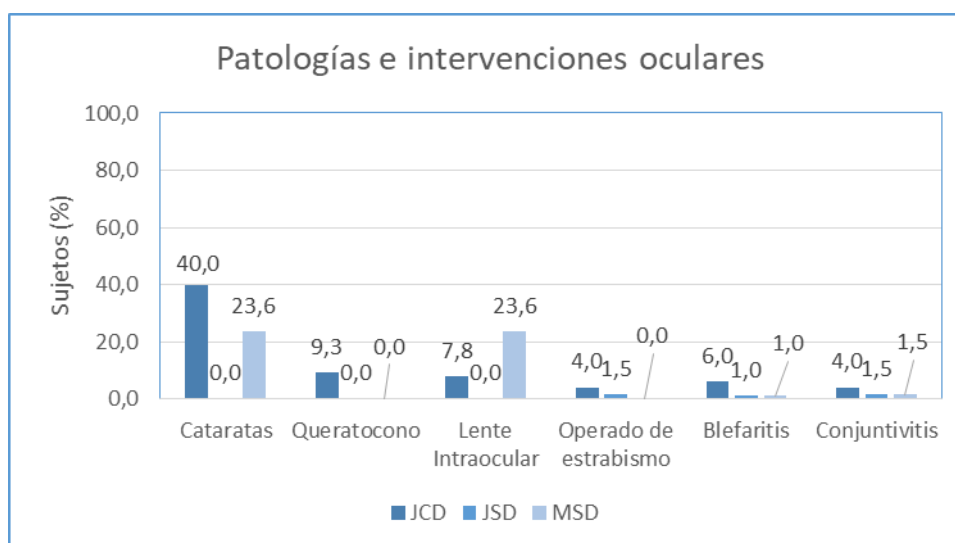
#### 6.7.3.5. Blefaritis

La blefaritis fue una alteración ocular referida por el 6 % de los sujetos pertenecientes al grupo de los JCD y por el 1 % de los sujetos de los otros dos grupos.

#### 6.7.3.6. Conjuntivitis

La conjuntivitis fue una alteración ocular referida por el 4 % de los sujetos del grupo de los JCD, en el 1,5 % de los sujetos del grupo de los MSD y en el 1,5 % de los sujetos del grupo de los JSD.

La figura 64 muestra un gráfico resumen con la incidencia de cada una de las patologías e intervenciones oculares descritas anteriormente, en cada uno de los grupos de estudio.



**Figura 64.** Frecuencia de las patologías e intervenciones oculares en cada uno de los grupos.



## DISCUSIÓN

---



## 7. DISCUSIÓN

El síndrome de Down es una alteración genética del cromosoma 21 con implicaciones físicas, cognitivas y de salud que se manifiestan con diferente severidad en las personas que la presentan. En España, el síndrome de Down afecta a siete personas por cada 10.000 nacimientos y se estima que actualmente viven unas 34.000 personas con síndrome de Down de un total de seis millones en el mundo.

Hoy en día, gracias a los avances médicos la esperanza de vida de las personas con síndrome de Down ha aumentado desde los 40 años de hace unas décadas hasta más de los 70 años actualmente. En la mayoría de los países desarrollados existe interés por proporcionar a estas personas la formación y ayudas necesarias, que les permita su independencia y la plena integración en la sociedad. Por ello, las necesidades creadas en diferentes áreas, incluida la salud y específicamente la visión, aspecto del que trata esta tesis, precisa de los profesionales y de las metodologías adecuadas que puedan atender a las demandas de este grupo de población.

La actividad que desarrollan las personas con síndrome de Down requiere que la función visual sea la mejor posible para permitir que las tareas de la vida diaria se lleven a cabo de forma eficaz. Es fundamental, por tanto, conocer el estado de su visión, cuáles son los problemas visuales que presentan y así, proporcionar el tratamiento optométrico más adecuado.

Las investigaciones muestran que las personas con síndrome de Down sufren un envejecimiento prematuro. Se quiso investigar si la incidencia y el tipo de problemas visuales que presentaron los adultos jóvenes con síndrome de Down estudiados eran similares a la de otros adultos sin síndrome de Down o mostraban características semejantes a la de personas mayores sin síndrome de Down. La inclusión en el estudio del grupo de mayores se justifica por el interés que se mostró en analizar si el envejecimiento del sistema visual de los JCD era o no semejante al de los MSD. En la revisión bibliográfica no se ha encontrado ningún trabajo en el que se hayan comparado tres grupos de características semejantes a las de esta investigación.



Los investigadores que se han interesado en estudiar la función visual de las personas con síndrome de Down han evaluado a sujetos desde edades muy tempranas. Así lo muestran los trabajos de Paudel y Creavin en 2010, de Karlica y de Al-Bagdady en 2011 quienes estudiaron a bebés, niños y adolescentes hasta los 18 años<sup>41,42,48,59</sup>. También en 2011, Ljubic et al., estudiaron un grupo de personas con síndrome de Down de edades comprendidas entre 1 y 34 años, aunque la media de edad de esta muestra era de 13,8 años<sup>55</sup>. En el año 2012, se publicó el trabajo realizado por Krinsky-McHale et al. en el que las edades de los sujetos de estudio con síndrome de Down estaba entre 30 y 83 años<sup>38</sup>. A pesar de que el grupo estudiado por estos autores era muy amplio (n=455), sólo 23 sujetos se encontraron en el mismo rango de edad que el de los sujetos pertenecientes al grupo de los JCD estudiados en este trabajo.

Un aspecto que se ha investigado en la elaboración de esta tesis ha sido el tipo de actividades que desempeñaban los participantes que se han estudiado. Se debe destacar que tanto los JCD como los MSD realizaban fundamentalmente tareas a distancia intermedia. El otro grupo de jóvenes, por tratarse de estudiantes universitarios, referían realizar fundamentalmente tareas en visión próxima. Una posible explicación por la que los JCD realizaran básicamente tareas en distancia intermedia, puede ser el hecho de que la compensación óptica que utilizaban no era la más adecuada y por tanto, estaban condicionados a la realización de tareas a esta distancia.

Adyanthaya en 2014 destacó como aspecto importante que para la mayoría de los niños con discapacidad intelectual, el entorno en el que se exige que desarrollen el máximo de actividades implica el uso de la visión de cerca e intermedia. Según este autor, si la visión próxima no es óptima, no podrán ejecutar de forma adecuada tareas en cerca y les condicionará para realizar actividades que visualmente resulten más cómodas<sup>75</sup>.

Un hallazgo interesante en este trabajo es la frecuencia con la que las personas con síndrome de Down no llevan la compensación óptica adecuada. Hay que indicar que en algunas publicaciones refieren que hay personas con síndrome de Down que a pesar de

tener compensación óptica prescrita no la utilizan, con un cumplimiento de uso de sólo el 56 % de los casos<sup>75,76,90</sup>. Adyanthaya et al. en 2014, revelaron que la prescripción de bifocales mejoraba el tiempo de utilización de las gafas<sup>75</sup>. En el grupo de JCD que ha sido estudiado para esta tesis se encontró un valor algo superior en el cumplimiento de uso de las gafas, llegando al 66,1 % frente al 82,4 % que tenían que usar gafas. En el otro grupo de jóvenes (JSD) sólo el 4,4% no utilizaban su compensación óptica habitual, mientras que la totalidad del grupo de mayores utilizaban la compensación óptica. La investigación realizada por Stewart et al. muestra que si la prescripción es la adecuada el cumplimiento de uso aumenta hasta el 82 %<sup>74</sup>.

Se debe buscar una justificación por la que, a pesar de que todos los trabajos indican que las personas con síndrome de Down pueden mejorar su visión con la prescripción adecuada, estas personas no utilicen la compensación óptica. Uno de los motivos que explicarían esta circunstancia sería que la compensación que se les prescribe no es la más adecuada, debido a la complejidad para la evaluación optométrica. Además, a las personas con síndrome de Down les resulta difícil diferenciar la mejoría de la visión sin y con compensación<sup>75</sup>. Por otro lado, sus características anatómicas hacen que les resulte incómodo el porte de las gafas, en unas ocasiones por la elección de un modelo inadecuado y en otras por su ajuste impreciso.

Los estudios respecto a las anomalías visuales de las personas con síndrome de Down muestran la elevada incidencia de errores refractivos, de problemas de visión binocular (estrabismo), de acomodación, de nistagmus y de diferentes alteraciones oculares como cataratas y queratocono en este grupo de población<sup>38,39,42-46,55-57,91-93</sup>. La presencia de alguna de estas últimas alteraciones (cataratas o queratocono) están implicadas en la etiología de los errores refractivos. Por ello, la cirugía de cataratas o la adecuada compensación óptica en las personas con síndrome de Down deberían considerarse como tratamientos generalizados para solventar algunos de los problemas anteriormente mencionados<sup>36,57</sup>.

Las investigaciones llevadas a cabo por diferentes expertos en visión muestran que los problemas visuales que presentan las personas con síndrome de Down son los

habituales de la población sin síndrome de Down, pero que ocurren con mayor frecuencia y con algunas particularidades. Durante mucho tiempo, se ha especulado con que las anomalías visuales de las personas con síndrome de Down se debían a las alteraciones de la óptica ocular. Según la revisión de Watt et al. de 2015 se debe tener en cuenta que el desarrollo del sistema visual y oculomotor también es diferente en estas personas<sup>57</sup>. McCullough et al. en 2013 mostraron que existían diferencias en la calidad visual de niños con síndrome de Down frente a un grupo control de niños sin síndrome de Down. Según estos autores, la peor calidad visual de los niños con síndrome de Down podría deberse a una falta de equilibrio entre los dioptrios oculares<sup>71</sup>. Por otro lado, las investigaciones de Haugen et al. en 2001 revelaron que la cara anterior del cristalino de las personas con síndrome de Down era más plana y que podría proporcionar un estímulo de acomodación atípico; este hecho explicaría la menor función acomodativa reportada de las personas con síndrome de Down<sup>65,69</sup>. Sin embargo, diferentes estudios indican que los defectos visuales son producidos por variaciones en la estructura del cortex visual aunque no explican de forma concluyente que el funcionamiento visual se vea alterado por esta circunstancia<sup>94</sup>.

En ocasiones también se especula con que la visión reducida, obtenida en estudios realizados a niños con síndrome de Down, podría estar relacionada con la falta de atención y que obtener una respuesta fiable depende de la capacidad cognitiva del sujeto, del cansancio y del interés que muestre para la ejecución de las pruebas. Otras investigaciones sugieren que las deficiencias observadas pueden deberse a la presencia de la neurofisiopatología de la enfermedad de Alzheimer en el córtex de asociación visual<sup>38</sup>, a una disfunción del lóbulo frontal o a la falta de desarrollo cortical<sup>37</sup>.

La detección de los problemas visuales se inicia por la presencia de algunos signos como son hiperemia, lagrimeo, estrabismo, inclinación excesiva de la cabeza, posición de la misma muy próxima en las tareas de cerca, baja atención en actividades de visión próxima y mala coordinación ojo-mano. Estos signos pueden ser observados e identificados por los familiares, los profesores y los responsables de los centros de trabajo. Sin embargo, hay síntomas como visión borrosa, diplopía y dolor de cabeza que

las personas con síndrome de Down no suelen referir, por problemas de comunicación, por una diferente sensibilidad al dolor o bien porque no conocen cómo puede ser una correcta visión.

Estos signos y síntomas están relacionados directamente con problemas visuales, por lo que se cree que es fundamental establecer y adaptar los procedimientos optométricos de evaluación para este grupo de población. Ello permitirá obtener respuestas fiables, posibilitará un diagnóstico preciso y facilitará el tratamiento adecuado<sup>57</sup>. Courage et al. ya en 1997 refirieron que las personas con síndrome de Down colaboran bien en los procedimientos de evaluación pero que se necesita más tiempo para su ejecución. En ocasiones, una menor colaboración o un cansancio excesivo puede ser indicativo de que las revisiones visuales no se realizan de forma adecuada<sup>69</sup>.

En la investigación llevada a cabo para la elaboración de esta tesis, se ha obtenido excelente colaboración por parte de los participantes con síndrome de Down. Si bien es cierto que se han repetido las instrucciones y en caso necesario las pruebas, para obtener resultados fiables. Quizás el hecho de que las personas con síndrome de Down evaluadas para la realización de este trabajo tienen una vida muy activa ha facilitado la ejecución de las pruebas y el desarrollo de los procedimientos.

En cuanto a los errores refractivos hay que advertir que los resultados publicados muestran gran variabilidad. La disparidad de éstos podría explicarse por la diversidad de los criterios de clasificación de los errores refractivos, la edad de las muestras y las pruebas realizadas. Así pues, los hallazgos indican la existencia de errores refractivos significativos desde el 35 % de los casos, según publicó Shapiro et al. en 1985<sup>85</sup>, hasta el 96,4 % reportado por Caputo et al.<sup>86</sup> y el 89,5 % referido por Karlica et al. en su trabajo publicado en 2011<sup>59</sup>. Otros estudios que revelan porcentajes intermedios serían el de Doyle et al. en 1998 quienes indican la existencia del 80 % de hipermétropes<sup>56</sup>; el de Paudel et al. de 2010 o el de John et al. de 2004 que señalan una frecuencia del 56 % y del 57 % de ametropías respectivamente<sup>41,43</sup>. En el trabajo de investigación de esta tesis doctoral se ha encontrado que el 75 % de los JCD presentan error refractivo frente al 69 % de los JSD y del 62 % de los MSD.

Woodhouse et al. en el artículo publicado en 1997 indicaron que al nacer no hay diferencias significativas en la prevalencia del error refractivo entre niños con síndrome de Down y el grupo control sin síndrome de Down. Su estudio reveló que los niños de primaria con síndrome de Down ya tenían una mayor prevalencia de ametropías que el grupo control y que éstas aumentaron con el tiempo<sup>53</sup>. Según Courage, la visión en bebés con síndrome de Down no era diferente a la de los bebés de los grupos control de edades tempranas, pero las diferencias en el error refractivo comenzaron a ser importantes a partir de los dos años<sup>69</sup>.

En la población general, el error refractivo más común en los niños sin síndrome de Down es la hipermetropía y su magnitud se reduce espontáneamente con la edad. En el caso de los niños con síndrome de Down, parece que los valores de hipermetropía persisten en la infancia. El aumento del error refractivo con la edad en las personas con síndrome de Down, se cree que se produce por un fallo en la emetropización<sup>42,43,77,95</sup>.

Respecto a los tipos de errores refractivos, en la bibliografía analizada se han encontrado resultados muy diversos. Así pues, en la revisión realizada por Creavin, los investigadores refieren que la hipermetropía es más frecuente que la miopía en ocho de los 13 trabajos revisados<sup>44</sup>. La prevalencia de la hipermetropía varía del 4 % reportado por Tsiraras<sup>96</sup> al 59 % reportado por Fimiani<sup>88</sup>. Por otro lado, la miopía aparece en el 8 % del grupo estudiado por Ebeigbe<sup>97</sup> y en el 41 % de los estudiados por Tsiraras<sup>96</sup>. La existencia de astigmatismo que refieren estos autores se encuentra en rangos de entre el 6 % y el 60 % de los casos. En otro trabajo posterior, también Creavin et al. encontraron hipermetropía en el 83 % de los niños, miopía en el 17 % y astigmatismo en el 74 %<sup>48</sup>. Mohd-Ali et al. en el estudio de 2006, que realizaron a niños de uno a 12 años con síndrome de Down encontraron que el 70 % no tenían error refractivo significativo, el 10 % eran miopes y el 20 % hipermetropes<sup>46</sup>.

Por otro lado, Stewart et al. en 2007 hallaron como valor medio de equivalente esférico para los miopes -1,00 D y en torno a +3,00 D para los hipermetropes<sup>77</sup>. Estudios posteriores, en este caso realizados por Ljubic et al. en 2011, encontraron una incidencia de hipermetropía del 23,2 % y del 17,8 % de miopía, en niños macedonios e indicaron

también que estos resultados eran inferiores a los hallados en niños caucásicos<sup>55</sup>. Fong et al. en 2013 hallaron errores refractivos significativos en el 86,3 % de los ojos evaluados, con una corrección esférica equivalente en el rango de -23,25 D a +3,00 D<sup>36</sup>.

Los participantes con síndrome de Down estudiados en esta tesis doctoral presentaron valores de compensación óptica habitual considerado emetropía en torno al 50,0 % de los casos. Estos resultados son ligeramente superiores a los hallados en los otros grupos. En cuanto a los valores de miopía los porcentajes más altos se encontraron en el grupo de los JSD, 47,1 %, seguido de los MSD 34,5 % y 30,3 % en el grupo de JCD. Finalmente, los resultados de valores hipermetrópicos fueron próximos al 19 %, al 7 % y superior al 21 % en los JCD, JSD y MSD respectivamente.

Después de realizar el examen del estado refractivo a todas las personas del estudio, se analizó el error refractivo de la compensación óptica óptima. El grupo de los MSD fueron los que presentaron mayor número de sujetos con valores considerados como emetropía, seguido de los JSD. El grupo de los JCD fue el que presentó menor porcentaje de emétopes. En cuanto a la miopía, más del 50 % de los sujetos del grupo JCD eran miopes, en el grupo de los JSD algo más del 40 % y en el grupo de los MSD el 35 % era miope. En los tres grupos el porcentaje de hipermetropía estaba ligeramente por encima del 20 %.

Comparando los resultados de este trabajo, sólo con los obtenidos por otros investigadores que evaluaron a personas adultas con síndrome de Down, se observa que el porcentaje de participantes con síndrome de Down de esta tesis que presentaron miopía fue muy superior a los reportados por algunos de los autores mencionados en este documento. De hecho, más de la mitad de los JCD, eran miopes. El aumento de la miopía con la edad en las personas con síndrome de Down ha sido referido por Horio et al. en su trabajo de 2017<sup>63</sup>. En cuanto al número de participantes con síndrome de Down que presentaron hipermetropía es inferior al encontrado por Shahiro en 1985, Berk en 1996 y Ljubic en 2011, cuyos resultados fueron del 32 %, del 53 % y del 55 % respectivamente. Sin embargo, son similares a los hallazgos de Dressler de 2015, quien informó de la existencia de hipermetropía en el 20 % de su muestra<sup>27,50,55,85</sup>.

Además, como se puede advertir, hubo diferencias entre la compensación óptica habitual y la óptima, existiendo una disminución de emétopes en todos los grupos. Mientras que en los JCD se produjo un incremento de su error refractivo hacia valores más negativos, en los JSD y en los MSD la variación fue hacia valores más positivos.

Otro aspecto importante que se ha estudiado en esta tesis y que también ha sido considerado de interés por otros investigadores son las peculiaridades del astigmatismo en las personas con síndrome de Down. Los hallazgos del 11 % referidos por Anderson et al. en 2011<sup>91</sup>, en su grupo de sujetos de edades entre 3 y 39 años, coinciden con los obtenidos por Krinsky-McHale et al. en 2012, en un grupo de edades entre 30 y 83 años<sup>38</sup>. En el trabajo de Kim et al. publicado en 2009 encontraron, en el grupo de niños hasta 12 años, que el 66,8 % tenían astigmatismo y que era superior a tres dioptrías en el 16,8 % de los casos<sup>72</sup>. Estos hallazgos son superiores a los encontrados por Ljubic y Trajkovsky en 2011, en el grupo de sujetos de edades comprendidas entre 2 y 28 años en la que la prevalencia del astigmatismo fue del 55,3 %<sup>55</sup>. Este mismo grupo de investigación halló valores de astigmatismo superiores a 1,00 D en el 74 % de los casos de un grupo de 170 personas con síndrome de Down de edades comprendidas entre 1 y 34 años. Además, observaron que el astigmatismo más prevalente era el oblicuo (52 %) y que existía mayor incidencia con la edad<sup>93</sup>. Estos hallazgos coinciden con los encontrados por Al-Bagdady et al. de 2011, en los que el 7,1 % de los niños de un año mostraron astigmatismo oblicuo aumentando hasta el 30 % en los niños de 15 años<sup>42</sup>. En el mismo sentido se expresan Woodhouse et al. en su estudio de 1997, en el que destacan que la frecuencia de astigmatismo significativo superior a 1,00 D se incrementaba con la edad<sup>53</sup>. La incidencia de astigmatismo más alta lo revela el trabajo de Haugen et al. publicado en 2001 en el que se indicó que el 95 % de su grupo de estudio de niños de entre 2,5 y 11 años tenían astigmatismo directo<sup>65</sup>. Según Knowlton et al. el astigmatismo de las personas con síndrome de Down es atribuible a las características corneales y de las estructuras internas del globo ocular<sup>98</sup>.

El aumento del astigmatismo que experimentan las personas con síndrome de Down se explica parcialmente por el incremento que se produce en el error refractivo con la

edad. También se ha especulado con que puede estar asociado al desarrollo de queratocono más prevalente en las personas con síndrome de Down que en las personas sin síndrome de Down. Shapiro et al. en 1985 encontraron una incidencia del 15 % de su grupo de estudio<sup>85</sup>. Sin embargo, Little et al. observaron que del 37,5 % de los niños con síndrome de Down que tenían astigmatismo mayor de 1,00 D ninguno de ellos presentaba queratocono<sup>99</sup>. Quizás, como el queratocono progresa en torno a la pubertad, podría ser que algunos de ellos lo desarrollaran más adelante a lo largo de su vida. El cambio en el astigmatismo, cualquiera que sea la causa, es una razón de peso para que las recomendaciones de exámenes oculares frecuentes sean de gran importancia para los niños y jóvenes con síndrome de Down.

Read et al. en 2007 en un grupo de adultos jóvenes sin síndrome de Down, encontraron que el astigmatismo corneal estaba relacionado con el ángulo de la fisura palpebral<sup>100</sup>. Las personas con síndrome de Down presentan una prevalencia de astigmatismo oblicuo mayor y podría estar relacionado con la presión acumulativa por la fuerza mecánica del párpado en un ángulo oblicuo.

En los participantes que se han estudiado para la elaboración de esta tesis se hallaron diferencias muy importantes entre los valores de astigmatismo en los sujetos con síndrome de Down y los sujetos sin síndrome de Down. En primer lugar las diferencias se encontraron en la compensación óptica habitual de modo que los JCD presentaron astigmatismo superior a 1,00 D en el 49,3 % de los casos frente al 14,7 % en los JSD. Estas diferencias se incrementaron notablemente en la compensación óptica óptima en la que la frecuencia del astigmatismo superior a 1,00 D en el caso de los JCD alcanzó el 78,26 % de los casos frente al 21,8 % de los MSD o el 16,17 % de los JSD. Como sucede en otras investigaciones, el astigmatismo inverso y el oblicuo es más frecuente que el astigmatismo directo para el grupo de los JCD frente a los JSD y los MSD, fundamentalmente en la compensación óptica obtenida tras el examen subjetivo.

Comparando el valor medio del equivalente esférico de la compensación óptica habitual para los ojos derechos en relación con el de la compensación óptica óptima tras el examen refractivo mostró diferencias significativas. En el grupo de los JCD se observó



una disminución hacia valores más negativos, en el caso de los JSD la variación se produjo hacia más positivos y en el grupo de los MSD en los ojos derechos los valores fueron más negativos. En los ojos izquierdos no se observaron variaciones estadísticamente significativas entre el valor del eje de la compensación óptica habitual y la óptima.

A continuación, para proseguir esta discusión, se introduce la capacidad de resolución espacial medida a partir de la agudeza visual, parámetro que habitualmente se considera fundamental para determinar si la persona tiene suficiente capacidad visual para desenvolverse en la vida diaria. Los valores obtenidos en la medida de este aspecto de la función visual se utilizan para clasificar la severidad de la pérdida de visión. El último criterio de la Organización Mundial de la Salud (OMS) relativo a la capacidad visual se refiere a la AV sin compensación. Los criterios para determinar la deficiencia visual están establecidos por el International Classification of Diseases (ICD-10) del siguiente modo:

- Normal, AV igual o mejor que 0,52 logMAR en el mejor ojo.
- Deficiencia visual moderada, AV > 0,52 logMAR.
- Deficiencia visual severa, AV > 1 logMAR.
- Ceguera, AV > 1,3 logMAR<sup>36</sup>.

Es importante indicar que esta clasificación se refiere, como se ha dicho, a la AV sin compensación y no hace ninguna referencia a la mejora que se produce con la prescripción óptica. Además, tampoco indica si esta AV se refiere a la visión lejana o a la visión próxima. Con anterioridad, el criterio ICD-9 hacía la misma clasificación, pero teniendo en cuenta la compensación óptica, criterio que han seguido algunos autores. Este hecho es muy importante, puesto que tomar como referencia uno u otro valor resulta determinante para catalogar la deficiencia visual que padece una persona, ya que, en numerosas ocasiones, se consigue una mejora de la AV muy sustancial con una compensación óptica adecuada. Los resultados obtenidos en esta tesis muestran que las personas con síndrome de Down estudiadas mejoraron de forma significativa la AV con la compensación óptica óptima tanto en visión lejana como en visión próxima.

Los test de AV se deben elegir en función de la edad y la colaboración del sujeto<sup>70</sup>. Da Cunha y Moreira en 1996 encontraron que el test de la orientación de la E no era válido para niños con síndrome de Down menores de 5 años, en el 85 % de los casos y que sería recomendable utilizar el test de preferencia de mirada de Teller. Sin embargo, para niños y jóvenes con síndrome de Down mayores de 5 años, según estos autores, si se podría utilizar el test de la orientación de la E como método fiable de la medida de la AV<sup>101</sup>.

Mohd-Ali et al. en 2006 publicaron que en niños pequeños el test Lea symbols es más fiable que el test de la C de Landolt. La diferencia en los resultados entre los dos test disminuye con la edad, la cooperación, el desarrollo visual y el desarrollo intelectual. Hay que indicar, además, que con el test de Lea de varios símbolos se obtienen medidas comparables con las obtenidas con test como el HOTV o el ETDRS<sup>46</sup>.

En esta tesis se ha utilizado el test de Lea symbols para la medida de la AV de los participantes por considerar que se obtendrían resultados fiables para todos y las comparaciones serían más consistentes.

A continuación, se van a comentar los resultados de la AV hallada por diferentes investigadores. Algunos trabajos simplemente refieren que la AV obtenida en las personas con síndrome de Down es inferior a la de las personas sin síndrome de Down que formaron parte de los grupos control, sin cuantificar los valores obtenidos. Paudel et al. hallaron en su trabajo de 2010 que el 46 % del grupo de estudio con síndrome de Down tenían AV reducida<sup>41</sup>. En el trabajo desarrollado por Fong et al. en 2013 hallaron que el 56,6 % de su muestra, formada por 91 sujetos con síndrome de Down de entre 30 y 56 años tenía visión normal o alteración leve, el 33,7 % moderada, el 7,2 % severa y el 2,4 % eran ciegos. La media de AV logMAR en visión lejana que obtuvieron fue de 0,66 (equivalente Snellen 20/90) y la mejor AV logMAR corregida fue de 0,48 (equivalente Snellen 20/60)<sup>36</sup>.

En la revisión realizada por Creavin señala que la AV baja fue frecuente entre el 30 % y el 62 % de los sujetos con síndrome de Down<sup>44</sup>. La AV media binocular que halló Mohd-

Ali et al., utilizando el test de Cardiff, según su publicación de 2006, en el grupo de niños de entre uno y 12 años, fue de  $0,36 \pm 0,22$  logMAR. Tras su investigación concluyeron que en los niños con síndrome de Down hay una falta de desarrollo de la AV<sup>46</sup>.

Los hallazgos de esta tesis doctoral muestran diferencias muy interesantes entre los grupos de estudio. En el grupo de los JCD con la compensación óptica habitual se encontró que más del 36 % tenían una AV de lejos igual o superior a 0,5 logMAR (peor de 6/12 Snellen). En la AV de cerca se observó que el 29 % presentaron una AV igual o superior a 0,5 logMAR (peor de 6/20 Snellen). Con la compensación óptica óptima estos resultados variaron fundamentalmente en el grupo de los JCD. El 80 % de los participantes alcanzaron valores iguales o mejores de 0,3 logMAR (6/12 Snellen) en la AV en visión lejana y esos mismos rangos en el 81 % para la AV en visión próxima. En el caso de los JSD con la compensación óptica óptima, casi el 100 % alcanzaban una AV tanto en visión lejana como en visión próxima igual o inferior a 0,1 logMAR (6/8 Snellen). En el caso de los MSD solo había mejoría de AV con la compensación óptica óptima en visión lejana.

La mejora de la AV en visión lejana en el grupo de los JCD se consiguió en el 20 % de los casos y en el 10 % se observó una mejora en la AV en visión próxima. Hay que señalar que la AV en visión lejana del grupo de los JSD mejoró en el 1,5 % de los casos y la AV en visión próxima en el 3 %. En el grupo de los MSD la AV en visión lejana mejoró en el 10 % de los casos y no hubo diferencias en la AV en visión próxima con la compensación tras el examen refractivo.

En la población general la AV se puede mejorar compensando el error refractivo, siendo una opción de tratamiento sencilla que mejora la calidad de la visión también en las personas con síndrome de Down. En este sentido el trabajo realizado por Adio et al., muestra que en un 40,6 % de los sujetos de su estudio mejoraron la visión con una nueva compensación óptica, mientras que en un 34,4 % no mejoraron la visión, posiblemente debido a la existencia de ambliopía<sup>60</sup>.

En la evaluación visual llevada a cabo para la realización de esta tesis también se han incluido procedimientos para estudiar la calidad de la visión binocular. Se ha prestado especial atención a la motilidad extraocular, la desviación ocular y la estereopsis.

La motilidad ocular es un aspecto que también ha sido valorado por otros investigadores con especial interés por la presencia de nistagmus. Woodhouse et al., encontraron una frecuencia de nistagmus en el 3,3 % de su grupo de estudio<sup>53</sup>. Algo superior fue el porcentaje hallado por Mohd-Ali et al. siendo del 6 % de los niños con síndrome de Down de su grupo de estudio<sup>46</sup>, resultados coincidentes con los hallazgos de Fimiani<sup>88</sup>. Es también ligeramente inferior a la incidencia en el grupo que estudió Haugen et al. en 2001, quienes determinaron que existía nistagmus en el 8,3 % de su grupo<sup>79</sup>. Estos porcentajes son muy inferiores al 22 % de incidencia, en niños también con síndrome de Down hallados por Kim et al. en 2002<sup>58</sup>. Sin embargo, hay otros autores que han encontrado una prevalencia muy superior entre el 18 % y el 30 % como se indica en los trabajos de Roizen et al.<sup>102</sup>, González-Viejo et al.<sup>87</sup>, Kim et al.<sup>72</sup>, Paudel et al.<sup>41</sup>, Kranj et al.<sup>78</sup> y Dressler et al.<sup>50</sup>. Los resultados hallados en la investigación realizada para esta tesis, también mostraron una alta frecuencia de nistagmus en el grupo de los JCD, alcanzando el 22,7 % frente al 1,5 % de incidencia en el grupo de JSD y ningún caso en el grupo de MSD.

En esta tesis también se valoró la calidad de la motilidad ocular, es decir, si la persona evaluada era capaz de seguir un estímulo que se movía frente a ella y si existía alguna limitación en los movimientos oculares. En el caso de los JCD, el 69,1 % presentaron alteraciones en este sentido frente a la ausencia de alteración en los otros dos grupos.

Otro aspecto de la binocularidad que ha sido de interés para diferentes investigadores está relacionado con la presencia de estrabismo<sup>72,79,101,103</sup>. Nuevamente hay que indicar que los resultados hallados difieren enormemente en los trabajos publicados, desde la incidencia del 9,5 % reportado por Adio et al. en 2012<sup>60</sup>, al 68 % reportado por Nandakumar et al. en 2010<sup>76</sup>. En el trabajo realizado por Haugen et al. publicado en 2001, de los 60 participantes el 42 % presentaban estrabismo<sup>65</sup>. La revisión realizada por Creavin en 2010 reveló que el estrabismo era frecuente en las personas

con síndrome de Down variando del 20 % al 40 %, según 13 de los 40 trabajos estudiados.

La endotropia es la anomalía más frecuente presentándose entre el 15 % y el 52 %, mientras que la exotropia aparece entre el 0 % y el 11 %<sup>48</sup>. En 2006 Mohd-Ali et al. encontraron que el 30 % de las personas evaluadas tenía estrabismo y que el 85 % era endotropia<sup>46</sup>. Según Adio et al. en el trabajo publicado en 2012<sup>60</sup>, presentaron estrabismo el 9,5 % de los 42 sujetos de su grupo de estudio con síndrome de Down y en el 75 % de los casos se trataba de endotropia. Posteriormente en 2011 Ljubic et al. refirieron que el 23,2 % de los sujetos estudiados presentaron estrabismo, de los cuales en nueve casos eran endotropia, tres exotropia y una hipertropia. Además no hallaron relación entre el estrabismo y el error refractivo<sup>55</sup>.

La incidencia encontrada por Ljubic et al. en 2011, fue similar a lo reportado en otros estudios de Hong Kong (20 %), Turquía (22 %) y Corea (25 %). La prevalencia de endotropia en toda la muestra de estrabismo fue del 69 %, que fue muy similar a la hallada por Creavin et al. y Nandakumar et al. en 2010<sup>48,55,76</sup>. Por otro lado, discrepa con lo reportado por otros autores que muestran que, en personas con síndrome de Down en Asia, la exotropia fue predominante y alcanzó el 42 % de todos los estrabismos. La población asiática sin síndrome de Down tiene mayor prevalencia de exotropia en relación a la caucásica o las personas de raza negra. Los factores raciales pueden influir de manera importante en la incidencia del estrabismo en la población general y también en las personas con síndrome de Down.

En los grupos de estudio para esta tesis el 64,7 % de los integrantes del grupo de los JCD presentaron tropia frente al 4,4 % y el 3,6 % en los grupos de los JSD y de los MSD respectivamente. El porcentaje de estrabismo hallado en el grupo de los JCD fue alto y similar a lo reportado en la revisión de Creavin et al. y Nandakumar et al. en 2010<sup>48,76</sup>. Los resultados mostraron que en visión lejana con la compensación óptica óptima la mayoría de los participantes de los grupos de JSD y de MSD presentaron una desviación ocular entre 0 y -4 DP de exodesviación, mientras que la desviación más frecuente en el grupo de los JCD fue de endodesviación superior a 8 DP. En la visión próxima los

porcentajes más altos se hallaron en valores entre 0 y -4 DP en los JSD y MSD y superior a +8 DP en el grupo de los JCD.

Continuando con la exploración del sistema binocular, el punto próximo de convergencia (PPC) es otro parámetro que se ha estudiado en esta tesis, aunque no se ha prestado mucha atención por parte de otros investigadores. Se creyó que era interesante conocer si la capacidad de convergencia de las personas con síndrome de Down difería de las personas sin síndrome de Down. Es sabido que los problemas de convergencia ocasionan molestias en visión próxima y puesto que el grupo de jóvenes con síndrome de Down no realizaban muchas tareas de cerca, se quiso investigar la posibilidad de que pudiera estar relacionado con un problema de convergencia. Los resultados indican que no existían diferencias significativas entre los tres grupos estudiados. A este respecto, estos resultados coinciden con los encontrados por Adio et al. en su trabajo publicado en 2012<sup>60</sup>, aunque las edades de ambos estudios son muy diferentes puesto que ellos evaluaron a 42 niños con síndrome de Down cuya media de edad fue de 11,43 años, frente a los 27,62 años del grupo de estudio de esta tesis. Los valores obtenidos para la totalidad de la muestra se encuentran dentro de los valores esperados, tanto para el punto de rotura como para el punto de recobro.

Para finalizar el apartado de la visión binocular se comentarán los resultados de la estereopsis. Mediante el estudio de la visión estereoscópica se puede determinar si el proceso de la visión binocular se ha desarrollado de forma adecuada y permite estimar si el sistema visual puede “responder” de forma eficaz a las exigencias visuales de la vida diaria respecto a la percepción de la profundidad y del relieve.

En las investigaciones en las que se ha estudiado la función visual en bebés y niños pequeños con síndrome de Down no se ha incluido la estereopsis porque en edades muy tempranas la visión estereoscópica todavía no está desarrollada. Además, la alta incidencia de estrabismo en este grupo de población hace que los valores de estereopsis encontrados sean peores que los de las personas sin síndrome de Down. Por otro lado, a pesar de que existen diferentes test para evaluar la visión estereoscópica, en ocasiones

puede resultar difícil obtener respuestas fiables porque algunas personas no entienden bien las pruebas y no saben responder correctamente cuando se les presenta el test.

Los datos que a continuación se comentan a modo de orientación, no son estrictamente comparables con los hallados en este trabajo, debido a las diferencias en el rango de edad. Mohd-Ali et al. en su trabajo publicado en 2006 en el que evaluaron a niños con síndrome de Down entre uno y 12 años, encontraron que la media de estereopsis fue de  $611,37 \pm 193,29$  seg de arc y que sólo el 13,3 % presentaron estereopsis<sup>46</sup>. En el trabajo realizado, también en niños, por Haugen et al. en 2001 obtuvieron respuesta de estereopsis en el 41,6 % de los participantes, pero no precisaron los rangos obtenidos<sup>79</sup>.

En esta tesis se han encontrado valores algo superiores a los hallados por otros investigadores. El 48,4 % de los participantes del grupo de JCD no tenían estereopsis y el 34,4 % presentaron valores hasta 140 seg arc, resultados se justifican por la gran incidencia de estrabismo.

A continuación, se explicarán los resultados de la amplitud de acomodación. Este parámetro de la función visual ha sido extensamente estudiado por numerosos investigadores en un rango de edad concreto y existe consenso en que la respuesta acomodativa de las personas con síndrome de Down de esta edad es menor que la de las personas de la misma edad sin síndrome de Down<sup>46,47,56,62,82,95,104</sup>. Estas conclusiones se derivan fundamentalmente de los estudios realizados en bebés, niños y adolescentes. En los próximos párrafos se van a comentar los trabajos encontrados respecto a la acomodación en niños y jóvenes por su interés a nivel general en el colectivo objeto de esta tesis. Sin embargo, se quiere aclarar que en toda la bibliografía consultada sólo se han encontrado dos artículos que hayan valorado la acomodación en jóvenes y mayores con síndrome de Down.

Como se ha dicho anteriormente, la deficiencia acomodativa ocasiona un gran problema específicamente en la realización de tareas en cerca en edad escolar, creando una borrosidad constante en cerca, especialmente en niños con hipermetropía. Algunas

investigaciones revelan que, a pesar de que el uso de gafas compensa el error refractivo de lejos (hipermetropía) que presentan, en muchos de estos sujetos no mejora la respuesta acomodativa.

Tal y como se ha comentado en la introducción, una de las autoras más importantes en esta área es Margaret Woodhouse, que ya en el año 1993 indicó que la acomodación estaba alterada en el grupo de bebés evaluados<sup>95</sup>. Posteriormente, en el año 2000 publicó que en el grupo de niños con síndrome de Down de edad hasta 7,3 años que estudiaron, el 68 % tenían hipoacomodación y que ésta estaba relacionada con la capacidad cognitiva<sup>62</sup>.

El rango de edad es similar en el trabajo de Stewart et al. de 2007 en el que los niños de estudio también tenían la acomodación reducida. Además, observaron que los problemas de acomodación en el 91 % de los casos estaban asociados a valores de hipermetropía iguales o superiores a +3,00 D<sup>77</sup>. En la misma línea se encuentran los resultados obtenidos por Haugen et al. en los trabajos publicados en 2001 en los que hallaron una prevalencia del 55 % de acomodación reducida en los sujetos con síndrome de Down<sup>65,104</sup>. Muy superior es la prevalencia encontrada mediante retinoscopía dinámica por Adyanthay et al. en el 2014, que alcanzó el 80 % de los niños con síndrome de Down<sup>75</sup>.

Además de la retinoscopía dinámica en los trabajos anteriores existen también técnicas subjetivas mediante las cuales se puede estudiar la capacidad acomodativa de una persona. Una de las que habitualmente se utiliza para evaluar la amplitud de acomodación es el método de *alejamiento o push-up*, que ha sido la técnica elegida en esta tesis doctoral. A pesar de que se pensó que podía resultar difícil de entender para las personas con síndrome de Down, tras realizar varias pruebas, se observó que las respuestas que se obtenían por parte de los participantes, especialmente los JCD, eran fiables.

Como se advierte de la información desarrollada en los párrafos anteriores la edad de los participantes de los trabajos comentados difiere claramente con la edad media



de los sujetos de estudio de esta tesis. Este es un aspecto de gran relevancia ya que, los resultados hallados en este trabajo no indican un déficit de acomodación en los JCD respecto a los JSD.

Por otro lado, Haugen et al. en su trabajo publicado en 2001 sugieren que las personas con síndrome de Down podrían experimentar una presbicia más temprana, por los cambios prematuros que sufre su cristalino. Según estos autores el cristalino de las personas con síndrome de Down tenía un grosor y una potencia semejante en los que presentaban buena y mala acomodación<sup>65</sup>. No obstante, Merrick et al. en 2001 demostraron que estos sujetos no tienen el mismo comportamiento, a la hora de hipoacomodar que los adultos presbíta. Es decir, no intentan usar toda su reserva acomodativa, sino que hipoacomodan independientemente de la distancia a la que miren<sup>105</sup>. En su estudio Cregg et al. en 2001 demostraron que la deficiencia acomodativa en niños con síndrome de Down difiere de los adultos con presbicia. Ellos expusieron que los adultos presbíta intentaban utilizar toda su reserva acomodativa con el fin de enfocar el estímulo, aumentando gradualmente la acomodación hasta alcanzar el máximo. En los niños con síndrome de Down, sin embargo, no se observó este aumento del esfuerzo acomodativo cuando miraron un objetivo situado más cerca. Tal y como se ha dicho, los niños con síndrome de Down hipoacomodan independientemente de la distancia a la que se encuentre el objetivo, y esta hipoacomodación no se ve afectada por la compensación de su error refractivo<sup>47</sup>.

Para resolver las deficiencias de acomodación, la recomendación general que realizan diferentes autores es la de prescribir bifocales a los sujetos con baja acomodación. Así Adyanthay et al. en el 2014 refieren que el cumplimiento de uso de las gafas de los niños a los que se les prescribió lentes bifocales era del 80 % frente al 40 % en aquellos que tenían monofocales<sup>75</sup>. También Stewart y Nandakumar indicaron que la prescripción de lentes bifocales mejoró el cumplimiento del uso de las gafas y que además, al mejorar su visión de cerca observaron que se incrementaba su rendimiento en la lectura y la escritura<sup>74,81</sup>. Según Stewart et al. en 2005 y Al-Bagdady et al. en 2011

los bifocales pueden incluso mejorar la acomodación en el tiempo, alcanzando niveles normales, lo que conllevaría a una reducción de la dependencia de la adición<sup>74,82</sup>.

En la bibliografía consultada en cuanto a la percepción del color en las personas con síndrome de Down se encontraron datos contradictorios. Krinsky-McHale et al. en 2014 refirieron que la visión del color de los sujetos con síndrome de Down que evaluaron era peor que la del grupo control<sup>39</sup>. Contrariamente, Suttle et al. en 2005, reportaron que los sujetos con síndrome de Down que estudiaron, no presentaron diferencias clínicamente significativas respecto al grupo sin síndrome de Down<sup>84</sup>. En el mismo sentido se encuentran los hallazgos de esta tesis, en la que a pesar de que los participantes del grupo de JCD mostraron visión cromática alterada en el 3,6 % de los casos, con el test Tritan, las diferencias con los otros dos grupos no fueron significativas. La evaluación con el test Ishihara tampoco mostró diferencias significativas entre los grupos de estudio, en los que se registraron casos con alteración de visión cromática en porcentajes similares.

Para continuar con la discusión se van a analizar algunos aspectos referentes a la salud de las personas con síndrome de Down. Se debe destacar el trabajo realizado por Real de Asua et al. del año 2015, en el que muestra los hallazgos referentes a las alteraciones médicas de 144 adultos con síndrome de Down de edades comprendidas entre 17 y 65 años. Observaron que las personas de este grupo de estudio tenían una media de cinco problemas clínicos. Las alteraciones médicas que presentaban fueron el 81 % problemas visuales, el 86,6 % problemas dermatológicos, el 81,6 % problemas de tiroides, el 73,5 % problemas gastrointestinales y el 58,4 % problemas psicopatológicos. Además, en el grupo de mayores de 50 años, el 14 % tenían cataratas, el 4,2 % queratocono, el 11,5 % demencia y el 6,3 % convulsiones. En cuanto a la medicación, los fármacos más frecuentemente prescritos fueron levotiroxina 48,6 %, vitamina D 50,34 %, antidepresivos 32,22 % y antipsicóticos 31,21 %<sup>106</sup>. Como puede apreciarse semejantes a los ingeridos por los participantes de este trabajo de investigación.

Como se ha comentado ya en este documento es habitual que las personas con síndrome de Down presenten patologías oculares con mayor prevalencia que la

población sin síndrome de Down. Las más frecuentes son: cataratas (72,2 %) que se desarrollan en edades más tempranas, blefaritis (44,0 %) y queratocono (0,5 %) <sup>36,44,56,68,76,85-88</sup>. También estas patologías oculares fueron las observadas en los sujetos con síndrome de Down de esta investigación.

Para finalizar esta discusión se quiere tratar el tema de la atención visual de las personas con síndrome de Down. En general, las personas sin síndrome de Down se someten habitualmente a revisiones periódicas para comprobar el estado de su función visual y tratar los problemas que puedan existir. En el caso de las personas con síndrome de Down no lo realizan con la frecuencia que deberían. Además, teniendo en cuenta que en la actualidad la juventud y los primeros años de la edad madura en las personas con síndrome de Down son épocas de la vida muy activas, es fundamental conocer sus características visuales. En caso de existir un problema visual u ocular se debe proporcionar el tratamiento más adecuado lo antes posible para evitar que la visión incorrecta interfiera negativamente en la vida diaria de estas personas.

En España las recomendaciones para la atención visual del “Programa Español de Salud para las Personas con Síndrome de Down” propone la siguiente secuencia de revisiones: una evaluación en el nacimiento, otra entre los seis y los doce meses, después anualmente hasta los seis años y después cada dos años, tanto en la juventud como en la edad adulta<sup>7</sup>. La periodicidad de las revisiones sugeridas resulta insuficiente para la detección y el tratamiento de los mismos, a la vista de la gran incidencia de los problemas oculares y/o visuales hallados en esta tesis doctoral y encontrada previamente por otros investigadores. Por ello, es muy importante evaluar periódicamente la función visual de las personas con síndrome de Down, ya que es posible que no expongan ninguna queja y algunas alteraciones visuales no sean tratadas de forma adecuada, lo que dificulta el buen rendimiento visual, afectando negativamente en la calidad de vida.

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que los adultos con síndrome de Down presentan más errores refractivos (miopía, y astigmatismo), más anomalías de la motilidad ocular (nistagmus) y desviaciones oculares (estrabismo) que

los mayores sin síndrome de Down evaluados. La acomodación, que se encontró disminuida en el grupo de mayores, como era de esperar, en el grupo de adultos con síndrome de Down presentó valores normales. Todo lo anterior demuestra que las alteraciones visuales de los adultos con síndrome de Down y las de los mayores sin síndrome de Down son diferentes. Por ello, no se puede establecer que la función visual de las personas con síndrome de Down sufra un envejecimiento prematuro como sucede con otras funciones vitales.



## CONCLUSIONES

---



## 8. CONCLUSIONES

1. La compensación óptica habitual de los adultos jóvenes con síndrome de Down no era utilizada en un tercio de los casos.
2. El error refractivo de los adultos jóvenes con síndrome de Down tras el examen visual reveló que más de la mitad del grupo eran miopes. La prevalencia fue superior a la de los otros dos grupos. Además, una cuarta parte de los sujetos de los tres grupos eran hipermétropes.
3. Los valores de astigmatismo que presentaron los adultos jóvenes con síndrome de Down fueron muy superiores a los de las personas sin síndrome de Down, siendo la orientación del astigmatismo fundamentalmente inverso y oblicuo.
4. La agudeza visual con la compensación óptica óptima mejoró en más de la mitad de los adultos con síndrome de Down.
5. El nistagmus es una alteración oculomotora presente en un tercio de los adultos jóvenes con síndrome de Down, frecuencia muy superior a la hallada en los otros dos grupos.
6. El equilibrio oculomotor de los adultos jóvenes con síndrome de Down se encontró muy alterado, ya que casi dos tercios de ellos presentaron estrabismo, siendo éste mayoritariamente endotropia.
7. La visión estereoscópica no es adecuada en la mitad del grupo de los adultos jóvenes con síndrome de Down, sólo la décima parte del grupo presentó valores considerados normales.
8. La amplitud de acomodación de los adultos jóvenes con síndrome de Down es semejante a la de los jóvenes sin síndrome de Down, contrariamente a lo que han publicado otros investigadores.
9. Las alteraciones de la visión cromática de los adultos jóvenes con síndrome de Down no difieren de los otros dos grupos.
10. Las enfermedades sistémicas y oculares son más frecuentes en los adultos jóvenes con síndrome de Down que en los otros dos grupos y por ende precisan más tratamientos farmacológicos.



11. Las adaptaciones de los procedimientos de evaluación visual para las personas con síndrome de Down son fundamentales para obtener su completa colaboración. Estas permitirán realizar un diagnóstico preciso y así ofrecer los tratamientos adecuados que les proporcionen la mejor visión.
12. La función visual de los adultos jóvenes con síndrome de Down se ha demostrado que es diferente a la de los jóvenes y a de los mayores sin síndrome de Down. Los datos de esta investigación indican que las diferencias están asociadas al propio síndrome y no al proceso de envejecimiento prematuro generalizado que se produce en otros sistemas del organismo en las personas con síndrome de Down.

## BIBLIOGRAFÍA

---



## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Van Gijn J, Gijselhart JP. Down and his syndrome. *Ned Tijdschr Geneesk.* 2011; 155(42):A3772.
2. Van Robays J. John Langdon Down (1828 - 1896). - *Facts Views Vis Obgyn.* 2016 Jun 27; 8(2):131-136. (2032-0418; 2032-0418).
3. Carter KC. Early conjectures that Down syndrome is caused by chromosomal nondisjunction. *Bull Hist Med.* 2002; 76(3):528-563.
4. Allen EG, Freeman SB, Druschel C, et al. Maternal age and risk for trisomy 21 assessed by the origin of chromosome nondisjunction: A report from the Atlanta and national Down syndrome projects. *Hum Genet.* 2009; 125(1):41-52.
5. Duffner P. Clinical report-health supervision for children with Down syndrome (vol 128, pg 393, 2011). *Pediatrics.* 2011; 128(6):1212-1212.
6. Shuttelworth GE. Imbecility of the mongolian type. *Proc R Soc Med.* 1909; 2(Clin Sect):187-197.
7. Borrell J, Florez J, Seres A, et al. *Programa español de salud para personas con síndrome de Down.* Down España ed.; 2011.
8. Ghosh S, Feingold E, Dey SK. Etiology of Down syndrome: Evidence for consistent association among altered meiotic recombination, nondisjunction, and maternal age across populations. *Am J Med Genet A.* 2009; 149A(7):1415-1420.
9. Arteaga Martínez SM. *Embriología humana y biología del desarrollo.* 1ª rev. ed. México: Panamericana; 2014.
10. Sadler TW, Langman J, Leland J, Sadler-Redmond SL. *Embriología médica: Con orientación clínica.* 9ª, 4ª reimp. ed. Buenos Aires: Panamericana; 2006.
11. Abbott MA, Benn P. Prenatal genetic diagnosis of Down's syndrome. *Expert Rev Mol Diagn.* 2002; 2(6):605-615.
12. Wapner R. Prenatal diagnosis of congenital disorders. In: Creasy RK, Resnick R, Iams JD, et al, eds, ed. *Creasy and resnik's maternal-fetal medicine: Principles and practice.* 7th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2014: chap 30.
13. American College of Obstetricians and Gynecologists' Committee on Practice Bulletins-Obstetrics, Committee on Genetics, Society for Maternal-Fetal Medicine. Practice bulletin no. 162: Prenatal diagnostic testing for genetic disorders. *Obstet Gynecol.* 2016; 127(5):e108-22.
14. Driscoll DA, Gross SJ, Professional Practice and Guidelines Committee. First trimester diagnosis and screening for fetal aneuploidy. *Genet Med.* 2008; 10(1):73-75.

15. Fan HC, Blumenfeld YJ, Chitkara U, Hudgins L, Quake SR. Analysis of the size distributions of fetal and maternal cell-free DNA by paired-end sequencing. *Clin Chem*. 2010; 56(8):1279-1286.
16. Fan HC, Blumenfeld YJ, Chitkara U, Hudgins L, Quake SR. Noninvasive diagnosis of fetal aneuploidy by shotgun sequencing DNA from maternal blood. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2008;105(42):16266-16271.
17. Chiu RW. Noninvasive prenatal testing by maternal plasma DNA analysis: Current practice and future applications. *Scand J Clin Lab Invest Suppl*. 2014;244:48-53; discussion 51-2.
18. Sherman SL, Allen EG, Bean LH, Freeman SB. Epidemiology of Down syndrome. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev*. 2007; 13(3):221-227.
19. Solari AJ. *Genética humana: Fundamentos y aplicaciones en medicina*. 4ª ed. ed. Madrid: Médica Panamericana; 2011.
20. Haddow JE, Palomaki GE. Similarities in women's decision-making in the U.S. and U.K. during prenatal screening for Down's syndrome. *Prenat Diagn*. 1996; 16(12):1161-1162.
21. Bittles AH, Bower C, Hussain R, Glasson EJ. The four ages of Down syndrome. *Eur J Public Health*. 2007; 17(2):221-225.
22. Asociación Española para el Registro y Estudio de las Malformaciones Congénitas (ASEREMAC). Estudio colaborativo español de malformaciones congénitas. Memoria anual del año 2005. *Boletín del ECEMC: Revista de Dismorfología y Epidemiología*. 2005;Serie V nº 4.
23. Huete A. Down21.org. <http://www.down21.org/informacion-basica/40-el-sindrome-de-down-una-vision-globalizadora/2898-datos-estadisticos-en-el-sindrome-de-down.html>2018.
24. Gardiner K, Herault Y, Lott IT, Antonarakis SE, Reeves RH, Dierssen M. Down syndrome: From understanding the neurobiology to therapy. *J Neurosci*. 2010;30(45):14943-14945.
25. Horvath S, Garagnani P, Bacalini MG, et al. Accelerated epigenetic aging in Down syndrome. *Aging Cell*. 2015;14(3):491-495.
26. Farriols Danés C. Specific aspects of ageing in Down's syndrome. *International Medical Review on Down Syndrome*. 2012;16(1):3-10. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S2171-9748\(12\)70018-1](http://dx.doi.org/10.1016/S2171-9748(12)70018-1).
27. Berk AT, Saatci AO, Ercal MD, Tunc M, Ergin M. Ocular findings in 55 patients with Down's syndrome. *Ophthalmic Genet*. 1996;17(1):15-19.
28. Bull MJ, Committee on Genetics. Health supervision for children with Down syndrome. *Pediatrics*. 2011;128(2):393-406.
29. Hithersay R, Hamburg S, Knight B, Strydom A. Cognitive decline and dementia in Down syndrome. *Curr Opin Psychiatry*. 2017;30(2):102-107.

30. Carmona-Iragui M, Balasa M, Benejam B, et al. Cerebral amyloid angiopathy in Down syndrome and sporadic and autosomal-dominant Alzheimer's disease. *Alzheimers Dement*. 2017.
31. Castane M, Boada-Rovira M, Hernandez-Ruiz I. Eye conditions as features of Down's syndrome in patients over 40 years of age. *Rev Neurol*. 2004;39(11):1017-1021.
32. Montés-Micó R. *Optometría. Principios básicos y aplicación clínica*. España: Elsevier España, S.L.; 2011.
33. Rosenfield M, Logan N, Edwards K. *Optometry: Science, techniques, and clinical management*. 2nd ed. Edinburgh: Butterworth Heinemann; 2009.
34. Flanagan J, Elliott DB. *Clinical procedures in primary eye care*. 2nd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann; 2003.
35. Martin R, Vecilla G. *Manual de optometría*. Editorial Médica Panamericana, S.A.; 2010.
36. Fong AH, Shum J, Ng AL, Li KK, McGhee S, Wong D. Prevalence of ocular abnormalities in adults with Down syndrome in Hong Kong. *Br J Ophthalmol*. 2013;97(4):423-428.
37. Ikeda K, Kasugai H, Yamaguchi A, Uchino Y, Katase H, Kanno A. Visual perceptual strengths and weaknesses in adults with intellectual disabilities compared with a birth year-matched norm. *J Intellect Disabil Res*. 2013;57(1):67-79.
38. Krinsky-McHale SJ, Jenkins EC, Zigman WB, Silverman W. Ophthalmic disorders in adults with Down syndrome. *Curr Gerontol Geriatr Res*. 2012;2012:974253.
39. Krinsky-McHale SJ, Silverman W, Gordon J, Devenny DA, Oley N, Abramov I. Vision deficits in adults with Down syndrome. *J Appl Res Intellect Disabil*. 2014;27(3):247-263.
40. Doyle L, Saunders KJ, Little JA. Trying to see, failing to focus: Near visual impairment in Down syndrome. *Sci Rep*. 2016;6:20444.
41. Paudel N, Leat SJ, Adhikari P, Woodhouse JM, Shrestha JB. Visual defects in nepalese children with Down syndrome. *Clin Exp Optom*. 2010;93(2):83-90.
42. Al-Bagdady M, Murphy PJ, Woodhouse JM. Development and distribution of refractive error in children with Down's syndrome. *Br J Ophthalmol*. 2011;95(8):1091-1097.
43. John FM, Bromham NR, Woodhouse JM, Candy TR. Spatial vision deficits in infants and children with Down syndrome. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2004;45(5):1566-1572.
44. Creavin AL, Brown RD. Ophthalmic abnormalities in children with Down syndrome. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2009;46(2):76-82.
45. Nandakumar K, Leat SJ. Bifocals in Down syndrome study (BiDS): Design and baseline visual function. *Optom Vis Sci*. 2009;86(3):196-207.
46. Mohd-Ali B, Mohammed Z, Norlaila M, Mohd-Fadzil N, Rohani CC, Mohidin N. Visual and binocular status of Down syndrome children in Malaysia. *Clin Exp Optom*. 2006;89(3):150-154.

47. Cregg M, Woodhouse JM, Pakeman VH, et al. Accommodation and refractive error in children with Down syndrome: Cross-sectional and longitudinal studies. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2001;42(1):55-63.
48. Creavin AL, Brown RD. Ophthalmic assessment of children with Down syndrome: Is england doing its bit? *Strabismus*. 2010;18(4):142-145.
49. Pikora TJ, Bourke J, Bathgate K, Foley KR, Lennox N, Leonard H. Health conditions and their impact among adolescents and young adults with Down syndrome. *PLoS One*. 2014;9(5):e96868.
50. Dressler A, Bozza M, Perelli V, et al. Vision problems in Down syndrome adults do not hamper communication, daily living skills and socialisation. *Wien Klin Wochenschr*. 2015;127(15-16):594-600.
51. Little JA, McCullough S, McClelland J, Jackson AJ, Saunders KJ. Low-contrast acuity measurement: Does it add value in the visual assessment of Down syndrome and cerebral palsy populations? *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2013;54(1):251-257.
52. Marsack JD, Ravikumar A, Benoit JS, Anderson HA. Variability in objective refraction for persons with Down syndrome. *Optom Vis Sci*. 2017;94(5):574-581.
53. Woodhouse JM, Pakeman VH, Cregg M, et al. Refractive errors in young children with Down syndrome. *Optom Vis Sci*. 1997;74(10):844-851.
54. Tomita K. Visual characteristics of children with Down syndrome. *Jpn J Ophthalmol*. 2017;61(3):271-279.
55. Ljubic A, Trajkovski V. Refractive errors in children and young adults with Down's syndrome. *Acta Ophthalmol*. 2011;89(4):324-327.
56. Doyle SJ, Bullock J, Gray C, Spencer A, Cunningham C. Emmetropisation, axial length, and corneal topography in teenagers with Down's syndrome. *Br J Ophthalmol*. 1998;82(7):793-796.
57. Watt T, Robertson K, Jacobs RJ. Refractive error, binocular vision and accommodation of children with Down syndrome. *Clin Exp Optom*. 2015;98(1):3-11.
58. Kim JH, Hwang JM, Kim HJ, Yu YS. Characteristic ocular findings in asian children with Down syndrome. *Eye (Lond)*. 2002;16(6):710-714.
59. Karlica D, Skelin S, Culic V, et al. The ophthalmic anomalies in children with Down syndrome in split-dalmatian county. *Coll Antropol*. 2011;35(4):1115-1118.
60. Adio AO, Wajuihian SO. Ophthalmic manifestations of children with Down syndrome in port harcourt, Nigeria. *Clin Ophthalmol*. 2012;6:1859-1864.
61. Felius J, Beauchamp CL, Stager DR S. Visual acuity deficits in children with nystagmus and Down syndrome. *Am J Ophthalmol*. 2014;157(2):458-463.

62. Woodhouse JM, Clegg M, Gunter HL, et al. The effect of age, size of target, and cognitive factors on accommodative responses of children with Down syndrome. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2000;41(9):2479-2485.
63. Horio J, Kaneko H, Takayama K, et al. Changes in refractive characteristics in Japanese children with Down syndrome. *Jpn J Ophthalmol*. 2018;62(2):231-236.
64. Haugen OH, Hovding G, Riise R. Ocular changes in Down syndrome. *Tidsskr Nor Laegeforen*. 2004;124(2):186-188.
65. Haugen OH, Hovding G, Eide GE. Biometric measurements of the eyes in teenagers and young adults with Down syndrome. *Acta Ophthalmol Scand*. 2001;79(6):616-625.
66. Little JA, Woodhouse JM, Lauritzen JS, Saunders KJ. Vernier acuity in Down syndrome. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2009;50(2):567-572.
67. Weiss AH, Kelly JP, Phillips JO. Infantile nystagmus and abnormalities of conjugate eye movements in Down syndrome. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016;57(3):1301-1309.
68. Li EY, Chan TC, Lam NM, Jhanji V. Cataract surgery outcomes in adult patients with Down's syndrome. *Br J Ophthalmol*. 2014;98(9):1273-1276.
69. Courage ML, Adams RJ, Hall EJ. Contrast sensitivity in infants and children with Down syndrome. *Vision Res*. 1997;37(11):1545-1555.
70. Zahidi AA, Vinuela-Navarro V, Woodhouse JM. Different visual development: Norms for visual acuity in children with Down's syndrome. *Clin Exp Optom*. 2018.
71. McCullough SJ, Little JA, Saunders KJ. Higher order aberrations in children with Down syndrome. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2013;54(2):1527-1535.
72. Kim U, Hwang JM. Refractive errors and strabismus in Asian patients with Down syndrome. *Eye (Lond)*. 2009;23(7):1560-1564.
73. Afifi HH, Abdel Azeem AA, El-Bassyouni HT, Gheith ME, Rizk A, Bateman JB. Distinct ocular expression in infants and children with Down syndrome in Cairo, Egypt: Myopia and heart disease. *JAMA Ophthalmol*. 2013;131(8):1057-1066.
74. Stewart RE, Margaret Woodhouse J, Trojanowska LD. In focus: The use of bifocal spectacles with children with Down's syndrome. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2005;25(6):514-522.
75. Adyanthaya R, Isenor S, Muthusamy B, Irsch K, Guyton DL. Children with Down syndrome benefit from bifocals as evidenced by increased compliance with spectacle wear. *J AAPOS*. 2014;18(5):481-484.
76. Nandakumar K, Leat SJ. Bifocals in children with Down syndrome (BiDS) - visual acuity, accommodation and early literacy skills. *Acta Ophthalmol*. 2010;88(6):e196-204.
77. Stewart RE, Woodhouse JM, Clegg M, Pakeman VH. Association between accommodative accuracy, hypermetropia, and strabismus in children with Down's syndrome. *Optom Vis Sci*. 2007;84(2):149-155.



78. Stirn Kranjc B. Ocular abnormalities and systemic disease in Down syndrome. *Strabismus*. 2012;20(2):74-77.
79. Haugen OH, Hovding G. Strabismus and binocular function in children with Down syndrome. A population-based, longitudinal study. *Acta Ophthalmol Scand*. 2001;79(2):133-139.
80. Deacon MA, Woodhouse JM, Watts PO. Investigation of ocular alignment and binocular single vision in children with Down's syndrome. *International Congress Series*. 2005;1282:88-92. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ics.2005.06.026>.
81. Nandakumar K, Evans MA, Briand K, Leat SJ. Bifocals in Down syndrome study (BiDS): Analysis of video recorded sessions of literacy and visual perceptual skills. *Clin Exp Optom*. 2011;94(6):575-585.
82. Al-Bagdady M, Stewart RE, Watts P, Murphy PJ, Woodhouse JM. Bifocals and Down's syndrome: Correction or treatment? *Ophthalmic Physiol Opt*. 2009;29(4):416-421.
83. Lindstedt E. Failing accommodation in cases of Down's syndrome: A preliminary report. *Ophthalmic Paediatr Genet*. 1983;3(3):191-192.
84. Suttle CM, Lloyd R. Chromatic and achromatic transient VEPs in adults with Down syndrome. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2005;25(6):501-513.
85. Shapiro MB, France TD. The ocular features of Down's syndrome. *American Journal of Ophthalmology*. 1985;99(6):659-663. doi: [https://doi.org/10.1016/S0002-9394\(14\)76031-3](https://doi.org/10.1016/S0002-9394(14)76031-3).
86. Caputo AR, Wagner RS, Reynolds DR, Guo SQ, Goel AK. Down syndrome. clinical review of ocular features. *Clin Pediatr (Phila)*. 1989;28(8):355-358.
87. Gonzalez Viejo I, Ferrer Novella C, Ferrer Novella E, Pueyo Subias M, Bueno Lozano J, Vicente Aznar E. Ophthalmological exploration of children with Down's syndrome. main results and comparison with a control group. *An Esp Pediatr*. 1996;45(2):137-139.
88. Fimiani F, Iovine A, Carelli R, Pansini M, Sebastio G, Magli A. Incidence of ocular pathologies in italian children with Down syndrome. *Eur J Ophthalmol*. 2007;17(5):817-822.
89. Van Splunder J, Stilma JS, Bernsen RM, Arentz TG, Evenhuis HM. Refractive errors and visual impairment in 900 adults with intellectual disabilities in the netherlands. *Acta Ophthalmol Scand*. 2003;81(2):123-129.
90. Van Splunder J, Stilma JS, Bernsen RM, Evenhuis HM. Prevalence of visual impairment in adults with intellectual disabilities in the Netherlands: Cross-sectional study. *Eye (Lond)*. 2006;20(9):1004-1010.
91. Anderson HA, Manny RE, Glasser A, Stuebing KK. Static and dynamic measurements of accommodation in individuals with Down syndrome. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011;52(1):310-317.
92. Ljubic A, Trajkovski V, Tesic M, Tojtovska B, Stankovic B. Ophthalmic manifestations in children and young adults with Down syndrome and congenital heart defects. *Ophthalmic Epidemiol*. 2015;22(2):123-129.

93. Ljubic A, Trajkovski V, Stankovic B. Strabismus, refractive errors and nystagmus in children and young adults with Down syndrome. *Ophthalmic Genet.* 2011;32(4):204-211.
94. Takashima S, Becker LE, Armstrong DL, Chan F. Abnormal neuronal development in the visual cortex of the human fetus and infant with Down's syndrome. A quantitative and qualitative golgi study. *Brain Res.* 1981;225(1):1-21.
95. Woodhouse JM, Meades JS, Leat SJ, Saunders KJ. Reduced accommodation in children with Down syndrome. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1993;34(7):2382-2387.
96. Tsiaras WG, Pueschel S, Keller C, Curran R, Giesswein S. Amblyopia and visual acuity in children with Down's syndrome. *Br J Ophthalmol.* 1999;83(10):1112-1114.
97. Ebeigbe JA, Akpalaba R. Ocular health status of subjects with Down's syndrome in Benin city, Nigeria. *Afr J Med Med Sci.* 2006;35(3):365-368.
98. Knowlton R, Marsack JD, Leach NE, Herring RJ, Anderson HA. Comparison of whole eye versus first-surface astigmatism in Down syndrome. *Optom Vis Sci.* 2015;92(7):804-814.
99. Little JA, Woodhouse JM, Saunders KJ. Corneal power and astigmatism in Down syndrome. *Optom Vis Sci.* 2009;86(6):748-754.
100. Read SA, Collins MJ, Carney LG. A review of astigmatism and its possible genesis. *Clin Exp Optom.* 2007;90(1):5-19.
101. da Cunha RP, Moreira JB. Ocular findings in Down's syndrome. *Am J Ophthalmol.* 1996;122(2):236-244.
102. Roizen NJ, Mets MB, Blondis TA. Ophthalmic disorders in children with Down syndrome. *Dev Med Child Neurol.* 1994;36(7):594-600.
103. Clegg M, Woodhouse JM, Stewart RE, et al. Development of refractive error and strabismus in children with Down syndrome. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2003;44(3):1023-1030.
104. Haugen OH, Hovding G, Lundstrom I. Refractive development in children with Down's syndrome: A population based, longitudinal study. *Br J Ophthalmol.* 2001;85(6):714-719.
105. Merrick J, Koslowe K. Refractive errors and visual anomalies in Down syndrome. *Downs Syndr Res Pract.* 2001;6(3):131-133.
106. Real de Asua D, Quero M, Moldenhauer F, Suarez C. Clinical profile and main comorbidities of spanish adults with Down syndrome. *Eur J Intern Med.* 2015;26(6):385-391.







## 10. ANEXOS

### 10.1. Anexo 1. Comité de ética.



#### Informe Dictamen Favorable Proyecto Investigación Biomédica

C.P. - C.I. 11/359-E

24 de noviembre de 2011

CEIC Hospital Clínico San Carlos

#### **INFORME DEL COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA**

Dra. Mar García Arenillas  
Secretaría del CEIC Hospital Clínico San Carlos

#### **CERTIFICA**

Que el proyecto de investigación titulado **"Estado de la función visual en adultos con Síndrome de Down y su relación con los procesos de envejecimiento"** con código interno nº 11/359-E del que es Investigadora Principal el **Dra. Celia Sánchez- Ramos Roda**, de la Escuela Universitaria de Óptica. Grupo de Neuro-computación y Neuro-robótica de la UCM de Madrid, ha sido estudiado por este Comité, no habiéndose realizado objeción alguna al mismo.

Es por ello que el Comité **informa favorablemente** sobre la realización de dicho proyecto.

Lo que firmo en Madrid, a 24 de noviembre de 2011

Dra. Mar García Arenillas  
Secretaría del CEIC Hospital Clínico San Carlos



## 10.2. Anexo 2. Acuerdo de colaboración Aprocor-UCM.



ACUERDO DE COLABORACIÓN ENTRE LA FUNDACIÓN APROCOR Y EL GRUPO DE NEURO-COMPUTACIÓN Y NEURO-ROBÓTICA DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID





En Madrid a 09 de junio de 2009

## REUNIDOS

De una parte, el D. Ramón Corral Beneyto, Presidente de la Fundación APROCOR, con C.I.F. G-81985558 y domicilio en C/ Esteban Palacios nº 12, 28043 Madrid con poder otorgado ante el notario de Madrid, D. Ramón Corral Beneyto, el 17 de enero de 2008, bajo el nº 152 de su Protocolo.

Y, de otra, la Dra. Dña. Celia Sánchez Ramos, con DNI 685411-B, Profesora Titular de Óptica Fisiológica y Percepción Visual, del Grupo de Investigación en Neuro-Computación y Neuro-Robótica de la UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, con C.I.F. Q-2818014-I y domicilio en la Avenida de Séneca, número 2, CP 28040 de Madrid.

Ambos, se reconocen, mutua y recíprocamente, capacidad legal necesaria para la formalización del presente Acuerdo de Colaboración y, a tal efecto;

## EXPONEN

### **PRIMERO.-FINES DE LA Fundación APROCOR**

La Fundación APROCOR tiene como fin el mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad intelectual.

### **SEGUNDO.-FINES DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID Y DE SU GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN NEUROCOMPUTACIÓN Y NEURO-ROBÓTICA**

Que la UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID tiene entre sus fines el establecimiento de relaciones académicas, y científicas con organizaciones públicas y privadas (Título XI de los Estatutos de la UCM, R. D. 58/2003, de 8 de Mayo, publicados en el BOE de 28 de Mayo de 2003).

Que el Grupo de Neuro-Computación y Neuro-Robótica, está reconocido por la Universidad Complutense de Madrid como GRUPO DE INVESTIGACIÓN, con código asignado 950 037.

Que el Grupo de Neuro-Computación y Neuro-Robótica tiene entre sus fines la investigación científica en el procesamiento de la señal visual y el desarrollo de enseñanzas específicas en Oftalmología, Optometría, Óptica y Modelización Matemática y que dispone de los recursos técnicos y humanos necesarios para la realización de sus actividades científicas y de desarrollo

### **TERCERO.-DECLARACION DE INTENCIONES**

Que ambas partes declaran su interés y se reconocen capacitadas para suscribir el presente Acuerdo de Colaboración, conforme a las siguientes:

## ESTIPULACIONES

### **PRIMERA.-OBJETO DE LA COLABORACIÓN**

El presente Acuerdo tiene por objeto regular las condiciones de la colaboración que se desea mantener por ambas partes en materia de investigación científica, desarrollo tecnológico,

innovación (en adelante I+D+I) y transferencia de tecnología en los campos de Oftalmología, Optometría, Óptica y Modelización Matemática.

### **SEGUNDA.-ACTIVIDADES DE LA COLABORACIÓN**

Con carácter específico y exhaustivo, la colaboración se centrará en Investigación, Desarrollo e Innovación relacionada con los campos de estudio de Oftalmología, Optometría, Óptica y Modelización Matemática, mediante la realización de las siguientes actividades conjuntas:

**A.-**Creación de un equipo de trabajo conjunto dedicado a la investigación.

**B.-**Preparación de Estudios Clínicos y Proyectos de I+D+I y posible presentación de los mismos para su financiación a entidades privadas y públicas, nacionales e internacionales, solos o en colaboración con otros Centros, Instituciones y/o empresas en actividades de I+D+I.

**C.-**Desarrollo de los Estudios Clínicos y Proyectos de I+D+I con o sin financiación pública o privada.

### **TERCERA: MODALIDAD DE LA COLABORACIÓN**

**A.-**El equipo de trabajo conjunto indicado en la estipulación anterior se hará cargo de todos los Estudios Clínicos y Proyectos de I+D+I, promovidos y desarrollados al amparo del presente Acuerdo.

**B.-**Los Proyectos financiados se ejecutarán en las instalaciones de la Fundación APROCOR, en la Universidad Complutense de Madrid, o en instalaciones de terceros, si así se considera conveniente por ambas partes.

**C.-**La Profesora de la Universidad Complutense de Madrid Dra. Dña. Celia Sánchez Ramos será la Directora Científica y Coordinadora del equipo de trabajo conjunto.

### **CUARTA.- CONFIDENCIALIDAD, USO Y PUBLICIDAD DE LOS DATOS**

**A.-**Los datos y conocimientos obtenidos durante la realización de los proyectos conjuntos, así como los resultados finales e informes, tendrán carácter confidencial.

**B.-**La publicación de los datos y conocimientos obtenidos durante la realización de los proyectos conjuntos, así como los resultados finales es objetivo prioritario de la presente Colaboración.

**C.-**Cuando una de las partes desee utilizar los resultados parciales o finales, en parte o en su totalidad, para su publicación deberá solicitar la conformidad de la otra parte por escrito. La autorización se considerará concedida si no se recibe comunicación por escrito de una negativa justificada en un plazo máximo de 30 días naturales a partir de la fecha de entrega de la solicitud.

### **QUINTA: VIGENCIA DEL ACUERDO**

**A.-**La vigencia del presente Acuerdo de Colaboración se establece en tres años a partir de su firma, prorrogándose tácitamente por períodos trianuales, salvo denuncia expresa y por escrito de cualquiera de las partes con un año de anticipación a la fecha de vencimiento del mismo.

**B.-**Podrá darse por finalizada la vigencia del presente Acuerdo de Colaboración por consenso de las partes, si las circunstancias así lo aconsejaran.

**SEXTA.- OBLIGACIÓN DE COLABORACIÓN**

Los firmantes de este documento colaborarán en todo momento de acuerdo con los principios de la buena fe y eficacia, para asegurar la correcta ejecución de los acuerdos pactados.

Y para que así conste a los efectos oportunos, en prueba de conformidad, las partes firman el presente documento, por triplicado y a un sólo efecto, en el lugar y fecha indicados en el encabezamiento.

Por la Fundación APROCOR.

Por el Grupo de Investigación en Neuro-  
Computación Y Neuro-Robótica de la UCM

D. Ramón Corral Beneyto

Dra. Celia Sánchez Ramos



## 10.3. Anexo 3. Información estudio.



### **IMPORTANCIA DE UNA ADECUADA COMPENSACIÓN ÓPTICA PARA UN RENDIMIENTO VISUAL EFICAZ**

El objetivo de este estudio es determinar si existe una compensación óptica con la que su hijo/a pueda mejorar su visión y su calidad de vida.

Para ello se realizarán pruebas donde se evalúen diferentes habilidades visuales, con el fin de determinar si la graduación influye en estas capacidades. Los métodos y medios utilizados estarán especialmente adaptados y se dedicará el tiempo necesario para cada caso. Así mismo, se realizarán pruebas de salud ocular encaminadas a la detección de alteraciones que pudieran interferir en el rendimiento visual.

Las capacidades visuales que serán evaluadas son: agudeza visual, motilidad ocular, estado refractivo, visión binocular y visión del color.

Las pruebas de salud ocular serán: examen de los medios oculares y anejos.

### **NINGUNA DE ESTAS PRUEBAS ES INVASIVA NI PRECISA INSTILACIÓN DE NINGÚN FÁRMACO**

Para que el examen sea lo más personalizado posible y los resultados obtenidos proporcionen la máxima información, dadas las especiales características del grupo, es de vital importancia toda la información que nos puedan proporcionar. Para ello, les solicitamos rellenen, de la manera más precisa posible, el cuestionario adjunto.

Al finalizar el estudio haremos llegar a cada participante un informe de los resultados obtenidos y las recomendaciones oportunas.

Nos ponemos a su disposición para resolver cualquier duda o ampliar información si así lo desean.

Agradecemos su colaboración.

Yolanda Martín Pérez  
Profesora del Departamento de Óptica II (Optometría y Visión)  
Escuela Universitaria de Óptica  
Universidad Complutense de Madrid  
Contacto: ymartinp@ucm.



## 10.4. Anexo 4. Cuestionario familia.



Fecha \_\_\_\_\_

Este cuestionario nos permite planear y preparar el procedimiento de examen que mejor se adapte a su familiar. Por favor, rellénelo cuidadosamente.

**1. INFORMACIÓN GENERAL SOBRE SU FAMILIAR**

Nombre y apellidos de su familiar \_\_\_\_\_

Fecha de nacimiento \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_

Dirección \_\_\_\_\_

Población \_\_\_\_\_ C.P. \_\_\_\_\_

Teléfono fijo \_\_\_\_\_ Teléfono móvil \_\_\_\_\_

Aficiones (deportes, manualidades, televisión, revistas, libros, otros) \_\_\_\_\_

VALORE DE 1 A 4 LOS SIGUIENTES ASPECTOS RESPECTO A SU FAMILIAR

(1= nada o rara vez; 4= siempre)

- |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| - ¿Anda de forma insegura?                                      | 1 | 2 | 3 | 4 |
| - ¿Se tropieza frecuentemente?                                  | 1 | 2 | 3 | 4 |
| - ¿Vacila al subir o bajar escaleras?                           | 1 | 2 | 3 | 4 |
| - ¿Cree que calcula mal las distancias?                         | 1 | 2 | 3 | 4 |
| - ¿Es extrovertido?   | 1 | 2 | 3 | 4 |
| - ¿Es activo?   | 1 | 2 | 3 | 4 |
| - ¿Es cariñoso?   | 1 | 2 | 3 | 4 |
| - ¿Se pone especialmente nervioso frente a situaciones nuevas?  | 1 | 2 | 3 | 4 |
| - ¿Qué importancia tiene la visión para su desarrollo personal? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| - ¿Mejorando la visión mejoraría su autonomía?                  | 1 | 2 | 3 | 4 |
| - alguna característica de interés _____                        |   |   |   |   |

¿Cómo es la relación con sus amigos?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Cómo es la relación con los miembros de la familia?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Ha notado algún cambio en el carácter últimamente? SI ☐ NO ☐¿Cree que puede estar relacionado con la visión? SI ☐ NO ☐

IMPORTANCIA DE UNA ADECUADA COMPENSACIÓN OPTICA PARA UN RENDIMIENTO 1  
VISUAL EFICAZ



## 2. INFORMACIÓN MÉDICA SOBRE SU FAMILIAR

Diagnóstico principal \_\_\_\_\_

¿En qué momento se diagnosticó? \_\_\_\_\_

Fecha del último examen médico general \_\_\_\_\_

Resultados: ☐ Sin cambios ☐ Con cambios (indicar) \_\_\_\_\_

Medicación habitual o crónica:

☐ Vía oral (nombre, dosis,...) \_\_\_\_\_

☐ Colirios (nombre, dosis,...) \_\_\_\_\_

☐ Inyectables (nombre, dosis,...) \_\_\_\_\_

☐ Otros (nombre, dosis,...) \_\_\_\_\_

¿Padece algún problema de **SALUD CRÓNICO** (diabetes, hipertensión, disfunciones hormonales, cardiopatías, epilepsia, alergias, problemas respiratorios,...)?

¿Padece los padres o hermanos alguna enfermedad crónica? NO ☐ SI ☐

(Indique cual)

Diabetes ☐ Hipertensión ☐ Epilepsia ☐ Hipercolesterolemia ☐

Otras: \_\_\_\_\_

¿Cree que oye bien? SI ☐ NO ☐ ¿Utiliza audífono? SI ☐ NO ☐

¿Ha tenido infecciones de oído frecuentes? SI ☐ NO ☐

¿Le han realizado alguna audiometría? SI ☐ NO ☐ ¿Cuándo? \_\_\_\_\_

Resultado \_\_\_\_\_

### 3. HISTORIA VISUAL/OCULAR DEL FAMILIAR

Fecha de la primera revisión ocular/visual \_\_\_\_\_ Profesional \_\_\_\_\_

Razón \_\_\_\_\_

Resultado \_\_\_\_\_

Fecha de la última revisión ocular/visual \_\_\_\_\_ Profesional \_\_\_\_\_

Resultado \_\_\_\_\_

¿Se prescribieron gafas? \_\_\_\_\_ ¿Para lejos, para cerca? \_\_\_\_\_

¿Las utiliza? \_\_\_\_\_ Si no las utiliza, ¿cuál cree que es la razón? (no ve bien con ellas, no las tiene bien ajustadas, no le gustan, le molestan para su trabajo, otros) \_\_\_\_\_

¿Cree que ha existido alguna dificultad en las evaluaciones visuales anteriores?

SI ☐ NO ☐

¿Cree que se podía haber mejorado/completado? SI ☐ NO ☐ ¿Cómo? (más medios, más tiempo, medios adaptados, otras pruebas, otros) \_\_\_\_\_

¿Padece o ha padecido afecciones oculares como conjuntivitis, orzuelos, blefaritis, pterigium, glaucoma, cataratas, estrabismo, ojo vago, queratocono, pestañas hacia dentro, ojo seco, otros? ¿Cuándo? \_\_\_\_\_

¿Qué tratamiento/s sigue o ha seguido para resolverlo (fármacos, cirugía,...)? \_\_\_\_\_

### 4. SITUACIÓN ACTUAL (piense en su familiar ahora mismo)

¿Cree que ve bien? \_\_\_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_

Manifiesta su familiar o usted percibe que presenta alguno de estos signos o síntomas:

SIGNOS Y SÍNTOMAS	SI	NO	CUANDO
- Dolor de cabeza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Dolor de ojos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Visión borrosa de lejos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Visión borrosa de cerca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Visión doble	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Picor de ojos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Ojos rojos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

IMPORTANCIA DE UNA ADECUADA COMPENSACIÓN ÓPTICA PARA UN RENDIMIENTO VISUAL EFICAZ 3

- |   |                          |                          |       |
|---|--------------------------|--------------------------|-------|
| - Secreción/legañas                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | _____ |
| - Se frota los ojos                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | _____ |
| - Guiña los ojos                                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | _____ |
| - Tuerce algún ojo                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | _____ |
| - Se acerca demasiado al realizar tareas de cerca | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | _____ |
| - Se acerca demasiado a la televisión             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | _____ |
| - Se tapa un ojo al realizar alguna tarea         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | _____ |
| - Le molesta mucho la luz de día                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | _____ |
| - Le molesta mucho la luz de noche                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | _____ |
| - Adopta posiciones de cabeza anómalas            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | _____ |
| - ¿Confunde los colores?                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | _____ |
| - Otros (Indicar ) _____                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | _____ |

## 5. HISTORIA VISUAL/OCULAR DE LA FAMILIA

¿Algún familiar directo (padre, madre o hermanos) utiliza gafas? SI ☐ NO ☐

- Padre ¿Cuál es la graduación?

Miopía ☐ Hipermetropía ☐ Astigmatismo ☐ Vista cansada ☐ No sabe ☐

¿Cuánta graduación? Alta ☐ Media ☐ Baja ☐

- Madre ¿Cuál es la graduación?

Miopía ☐ Hipermetropía ☐ Astigmatismo ☐ Vista cansada ☐ No sabe ☐

¿Cuánta graduación? Alta ☐ Media ☐ Baja ☐

- Hermanas/os ¿Cuál es la graduación?

Miopía ☐ Hipermetropía ☐ Astigmatismo ☐ Vista cansada ☐ No sabe ☐

¿Cuánta graduación? Alta ☐ Media ☐ Baja ☐

¿Algún familiar directo padece o ha padecido alguna patología ocular como glaucoma, cataratas, estrabismo, ojo vago, alteraciones retinianas,...? \_\_\_\_\_

AGRADECEMOS EL TIEMPO EMPLEADO EN COMPLETAR ESTE CUESTIONARIO.

## 10.5. Anexo 5. Cuestionario profesionales.



Fecha \_\_\_\_\_

Para este estudio nos será de gran utilidad conocer, no sólo la información que nos puedan aportar los familiares, sino muy especialmente la de los profesionales que trabajan con ellos día a día. Por lo tanto les pedimos que rellenen lo más minuciosamente posible el siguiente cuestionario.

Nombre del profesional \_\_\_\_\_

(Por si es necesario aclarar o solicitar información complementaria)

**1. INFORMACIÓN GENERAL**

Nombre y apellidos \_\_\_\_\_

¿Dónde trabaja? \_\_\_\_\_

Tareas que realiza en su trabajo \_\_\_\_\_

Actividades que realiza fuera del centro \_\_\_\_\_

¿Qué tareas le cuesta más hacer? ¿Son de lejos o de cerca? \_\_\_\_\_

**VALORE DE 1 A 4 LOS SIGUIENTES ASPECTOS**

(1= nada o rara vez; 4= siempre)

- |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| - ¿Anda de forma insegura?                                      | 1 | 2 | 3 | 4 |
| - ¿Se tropieza frecuentemente?                                  | 1 | 2 | 3 | 4 |
| - ¿Vacila al subir o bajar escaleras?                           | 1 | 2 | 3 | 4 |
| - ¿Cree que calcula mal las distancias?                         | 1 | 2 | 3 | 4 |
| - ¿Es extrovertido?   | 1 | 2 | 3 | 4 |
| - ¿Es activo?   | 1 | 2 | 3 | 4 |
| - ¿Es cariñoso?   | 1 | 2 | 3 | 4 |
| - ¿Se pone especialmente nervioso frente a situaciones nuevas?  | 1 | 2 | 3 | 4 |
| - ¿Qué importancia tiene la visión para su desarrollo personal? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| - ¿Mejorando la visión mejoraría su autonomía?                  | 1 | 2 | 3 | 4 |
| - Alguna característica de interés _____                        |   |   |   |   |

Haga una breve descripción de la persona

\_\_\_\_\_

¿Cómo es la relación con los compañeros del centro? \_\_\_\_\_

¿Cómo es la relación con los miembros de la familia? \_\_\_\_\_

¿Cómo valoraría el grado de colaboración por parte de la familia ante iniciativas o actividades nuevas?

\_\_\_\_\_

¿Necesita algún cuidado especial? (Indicar) \_\_\_\_\_

Algún aspecto o información que pueda ser importante para este estudio (cosas que le gustan, le disgustan, le asusta especialmente algo, le asustan los médicos o las batas blancas)

\_\_\_\_\_

¿Tiene algún personaje de ficción o protagonista de serie televisiva o deportista favorito? (Indicar) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## 2. HISTORIA VISUAL/OCULAR

¿Tiene gafas? \_\_\_\_\_ ¿Para lejos, para cerca? \_\_\_\_\_

¿Las utiliza? \_\_\_\_\_ Si no las utiliza, ¿cuál cree que es la razón? (no ve bien con ellas, no las tiene bien ajustadas, no le gustan, le molestan para su trabajo, otros) \_\_\_\_\_

¿Cree que ha existido alguna dificultad en las evaluaciones visuales anteriores?

SI ☐ NO ☐

¿Cree que se podía haber mejorado/completado? SI ☐ NO ☐ ¿Cómo? (más medios, más tiempo, medios adaptados, otras pruebas, otros) \_\_\_\_\_

¿Cree que ve bien? \_\_\_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_

¿Ha observado alguno de estos signos o ha tenido alguna queja visual mientras está en el centro?

SIGNOS Y SÍNTOMAS	SI	NO	CUANDO
- Dolor de cabeza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Dolor de ojos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Visión borrosa de lejos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Visión borrosa de cerca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Visión doble	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Picor de ojos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Ojos rojos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Secreción/legañas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Se frota los ojos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Guiña los ojos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Tuerce algún ojo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Se acerca demasiado al realizar tareas de cerca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Se acerca demasiado a la televisión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Se tapa un ojo al realizar alguna tarea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Le molesta mucho la luz de día	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Le molesta mucho la luz de noche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Adopta posiciones de cabeza anómalas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Confunde los colores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Evita utilizar objetos de colores parecidos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Evita utilizar elementos muy pequeños (menor de 2cm.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
- Otros (Indicar )			_____

**3. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**

VALORE DE 1 A 4 LOS SIGUIENTES ASPECTOS

(1= nada o rara vez; 4= siempre)

- ¿Necesita ayuda para el aseo personal?	1	2	3	4
- ¿Necesita ayuda para vestirse?	1	2	3	4
- ¿Necesita ayuda para comer?	1	2	3	4
- Sale a la calle sólo/a?	1	2	3	4
- ¿Utiliza transporte público?	1	2	3	4
- ¿Hace compras sólo/a?	1	2	3	4
- ¿Realiza tareas domésticas?	1	2	3	4
- ¿Tiene dificultad para coger una pelota?	1	2	3	4
- ¿Reconoce los números?	1	2	3	4
- ¿Lee palabras sueltas?	1	2	3	4
- ¿Escribe su nombre?	1	2	3	4
- ¿Escribe palabras sencillas?	1	2	3	4
- ¿Puede colorear dibujos?	1	2	3	4
- ¿Utiliza el ordenador?	1	2	3	4

AGRADECEMOS EL TIEMPO EMPLEADO PARA COMPLETAR ESTE CUESTIONARIO.

## 10.6. Anexo 6. Consentimiento informado.

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN****EVALUACIÓN CLÍNICA DE LA FUNCIÓN VISUAL EN SUJETOS ADULTOS****CONSENTIMIENTO INFORMADO**

El objetivo de este estudio es evaluar diferentes aspectos de la función visual en personas adultas. Los resultados serán comparados con los obtenidos en otros grupos de población.

Su participación en este estudio es voluntaria así como la posibilidad de retirarse del mismo en cualquier momento. Los datos clínicos obtenidos serán utilizados únicamente con fines de investigación según la ley 15/99 de protección de datos de carácter personal.

Yo..... DNI.....,  
como padre/madre o tutor/a de .....,  
habiendo recibido suficiente información sobre el estudio, comprendo que la participación es voluntaria y doy libremente mi conformidad para participar en la investigación. Para ello firmo el presente documento en,

Madrid, a        de        de 20    .

Firma,





## 10.7. Anexo 7. Cuestionario grupo sin Down.



CODIGO: \_\_\_\_\_

**EVALUACIÓN CLÍNICA DE LA FUNCIÓN VISUAL EN SUJETOS ADULTOS****1. DATOS PERSONALES**

Nombre \_\_\_\_\_ Apellidos \_\_\_\_\_

Fecha de nacimiento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_. Edad \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_

Tel. fijo \_\_\_\_\_ Móvil \_\_\_\_\_ E-mail \_\_\_\_\_

**2. SALUD GENERAL****a. Enfermedades sistémicas**

Diabetes **SI NO** Hipertensión arterial **SI NO**

Hipercolesterolemia **SI NO** Otras **SI NO**

Indicar \_\_\_\_\_

**b. Medicación actual**

Medicamento	Dosis diaria

**3. SALUD OCULAR**

Cirugías oculares	<b>SI NO</b>	Afecciones crónicas	<b>SI NO</b>
Problemas retinianos	<b>SI NO</b>	Alergias	<b>SI NO</b>
Conjuntivitis	<b>SI NO</b>	Blefaritis	<b>SI NO</b>
Glaucoma	<b>SI NO</b>	Cataratas	<b>SI NO</b>
Otros	<b>SI NO</b>	Indicar: _____	
Empleo de fármacos oculares	<b>SI NO</b>	Indicar: _____	

**4. COMPENSACIÓN ÓPTICA HABITUAL**Gafa para lejos ☐ Gafa para cerca ☐ Lente de contacto ☐Progresivos ☐ Ninguna ☐

Fecha aproximada de la última revisión ocular \_\_\_\_\_

## ANEXOS

---

Oftalmólogo

☐

Óptico-optometrista

☐



